



Mhgoool.Com

الانسان والعلم

١٠

سیلکا - سویسرا

الذرة



تاريخ الذرة

ماهي الذرة ؟

كيف كان الفلاسفة الاغريق يعرفون الذرة ؟

إن كلمة «ذرة» معناها الشيء «الغير القابل للتجزئ والتفكيك» والذي لا يمكن تقسيمه فيما بعد إلى أجزاء أخرى أصغر منه. ويعني ذلك أن الذرة تعدّ آخر جزيئات المادة، وهي تمثل العنصر الذي تتكوّن منه المادة نفسها.

وقد سبق لقدماء الفلاسفة أن وقفوا على هذا التأويل بشأن بنية المادة، فقد رأى ديموقريط (460-370 ق.م) أن الكون يتألف من ذرات غير قابلة للتجزئ أو التكسير تمثل أصغر عناصر المادة وهي خالدة وغير مرئية.

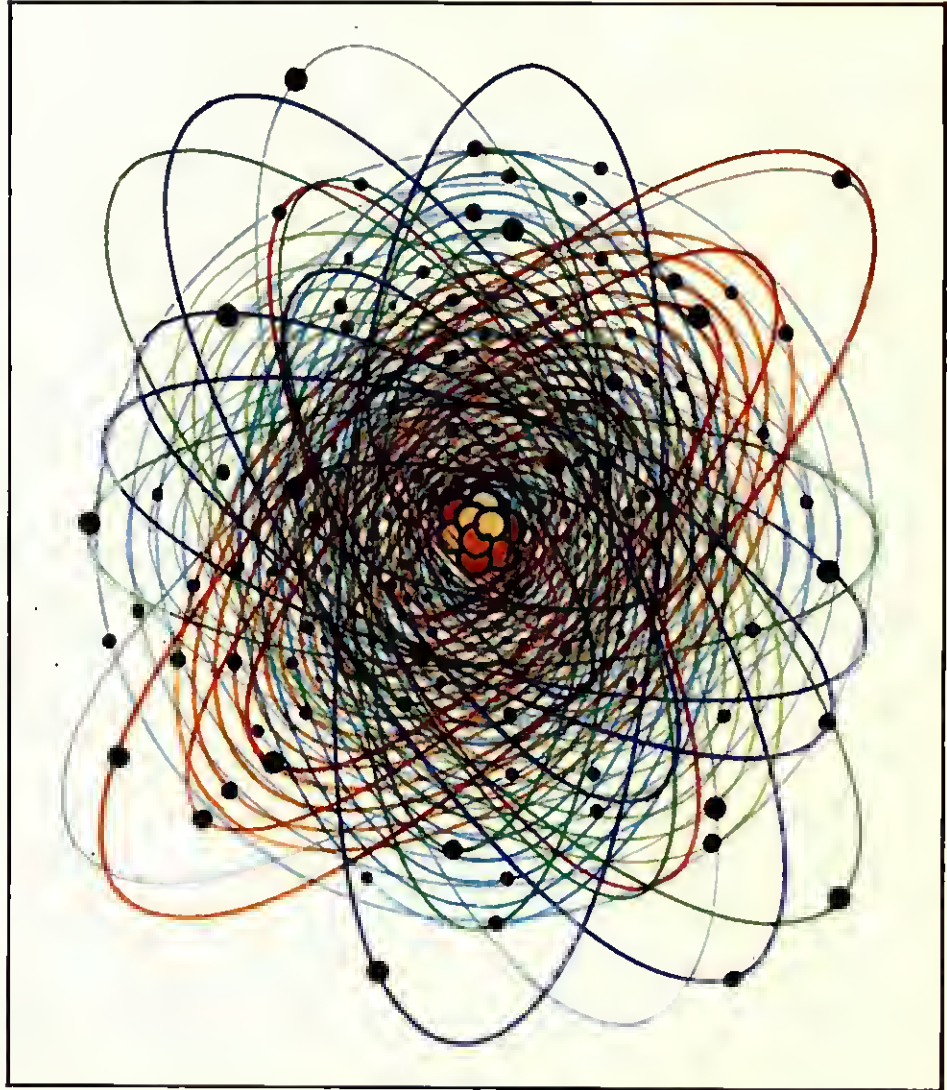
وفي نظر هؤلاء الفلاسفة، فإن المظهر المتجانس عند الأجسام هو نتيجة مباشرة لتركيبها على شكل جزيئات نهائية غير قابلة للتقسيم بعد ما هي عليه. ولم يكن هذا التأويل مقتصرًا على الفلاسفة الاغريق، إذ انتشرت نظرية مماثلة في العالم العربي، وقد عرفت مثل هذه الاهتمامات بالنظرية «الذرية» حيث بقيت سائدة خلال عدة قرون.

وفي سنة 1643 أعاد غاسيندي النظر في هذه «الجسيمات» التي تتكون منها جميع الاشياء الموجودة في الطبيعة، فقد رأى أن الذرات هي أولى العناصر التي تنشأ وتتكوّن منها الاشياء وهي التي يتشكل منها الكون بأجمعه وعددها محدود رغم امتداده. كما أنها ذات حركة متواصلة تنقلها إلى جميع أطراف الفضاء. وبارتطامها بعضها ببعض، تنشأ عنها الجزيئات.

ويرى غاسيندي كذلك أن الذرات ذات حجم دقيق إلى أبعد الحدود ولذلك فلا يمكن لحواسنا أن ندرك وجودها، ومن هنا تأتي قوة الطبيعة مقابل قدرات الانسان المحدودة.

وفيما بعد قام اسحق نيوتن (1642-1727) بتبني نظرية ديموقريط حول استحالة تجزئ وتخطيم الذرة، إلا أنه وإلى ذلك العهد لم يتوصل أي عالم إلى وضع نظرية خاصة انطلاقًا من تجارب ملموسة. فبالنسبة للذرة، لم يطبق المنهج التجريبي لأول مرة إلا على يد جون دالتون J. DALTON (1766-1844)، فقد رأى هذا العالم أن كل عنصر يتوفّر على نوع خاص من الذرة، كما

منذ أقدم العصور والمادة تستقطب اهتمام العلماء والفلاسفة الذين ما فتؤوا يدرسون عناصرها ويتعمقون في فهم ظواهرها. وكان للفلاسفة الاغريق على الخصوص عدة ابحاث في هذا المجال، ومن بينهم الفيلسوف ديموقريط الذي وضع نظرية مفادها أن العالم مكوّن من ذرات غير قابلة للتجزئ والتخطيم. وخلال القرون الأخيرة ظهرت نظريات أكثر تطورًا وتعقيدًا توصلت إلى تصوّر مدقّق للذرة وعناصرها كما يظهر في الرسم جانبه، ويمثل ذرة الأورانيوم التي لا تتوفر على شكل محدّد مدارات اليكتروناتها (بالازرق) غير منتظمة.



أن الاليكترونات تدور حول النواة وفق مدارات محدّدة، غير أن هذه الاليكترونات بإمكانها أن تنتقل من مدار إلى آخر رغم أنها لا تتمكّن من التنقل بحرية في المجال الأوسط الواقع بين مختلف المدارات. وما زال هذا الرسم البياني سائر المفعول لحدّ الآن؛ إلّا أن بنية الذرة أصبحت من التعقيد بمكان بحيث يفضّل العلماء تعريف الذرة اعتماداً على تمثيلات رياضية.

ان كل عنصر كيميائي مركّب قد يتوفر على «ذرة مركبة». فذرات الاوكسيجين مثلاً متساوية فيما بينها، إلّا أن كل ذرة مركبة تختلف من مادة إلى أخرى. وهكذا فقد كانت الظواهر الكيميائية أول مجال تم فيه اكتشاف بعض القوانين المتعلقة بالذرة.

وفيما بعد قام أميديو افوغرادو A. AVOGRADO بدراسة «الذرات المركبة» التي تحدت عنها ج. دالتون وسماها «الجزيئات»، وانطلاقاً من نظريات أفوغرادو، استطاع ستانيسلا وكانيزارو S. CANNIZZARO فيما بعد بتحديد وزن جزيئات 33 جسماً بسيطاً ومركباً. وكان ذلك بداية تطور حقيقي للذرية رغم أن النظريات لم تسفر عن إثبات وجود الذرة بكيفية مباشرة وملموسة.

أما الفرضية التي ترى أن الذرة قابلة للتفكيك والتجزئة إلى عناصر أصغر منها، فقد أوردتها لأول مرة جوزيف طومسون J.J. THOMSON (1856-1940)، حيث اكتشف أن جزيئات الكهرباء (الاليكترونات) تغلت من الذرات، فاستنتج من ذلك أن الذرة مكوّنة من عدد معين من الاليكترونات المتحركة داخل دائرة كهربائية موجبة. ويتوقّرها على شحنة من نفس العلامة فالاليكترونات تتنافر فيما بينها وتنجذب نحو مركز الدائرة بفعل الكهرباء الموجبة.

واكتشف لورد روثرفورد L. RUTHERFORD (1871-1937) سنة 1910 أن كل شحنة كهربائية موجبة في الذرة متركزة في مجال محدود جداً يسمى النواة، وتدور حوله الاليكترونات. وفي النموذج الذي قدمه روثرفورد، نجد نواة مركزية مشحونة بكمية كهربائية موجبة تساوي مجموع كمية الطاقة السالبة التي تحملها الاليكترونات التي تحوم حول تلك النواة على مسافة متغيرة، وذلك بدلا من نواة مكوّنة من دائرة كهربائية واحدة تتحرك الاليكترونات بداخلها، وفي نموذج روثرفورد تكون النواة أصغر من مجموع نظام الذرة كله بـ 1800 مرة.

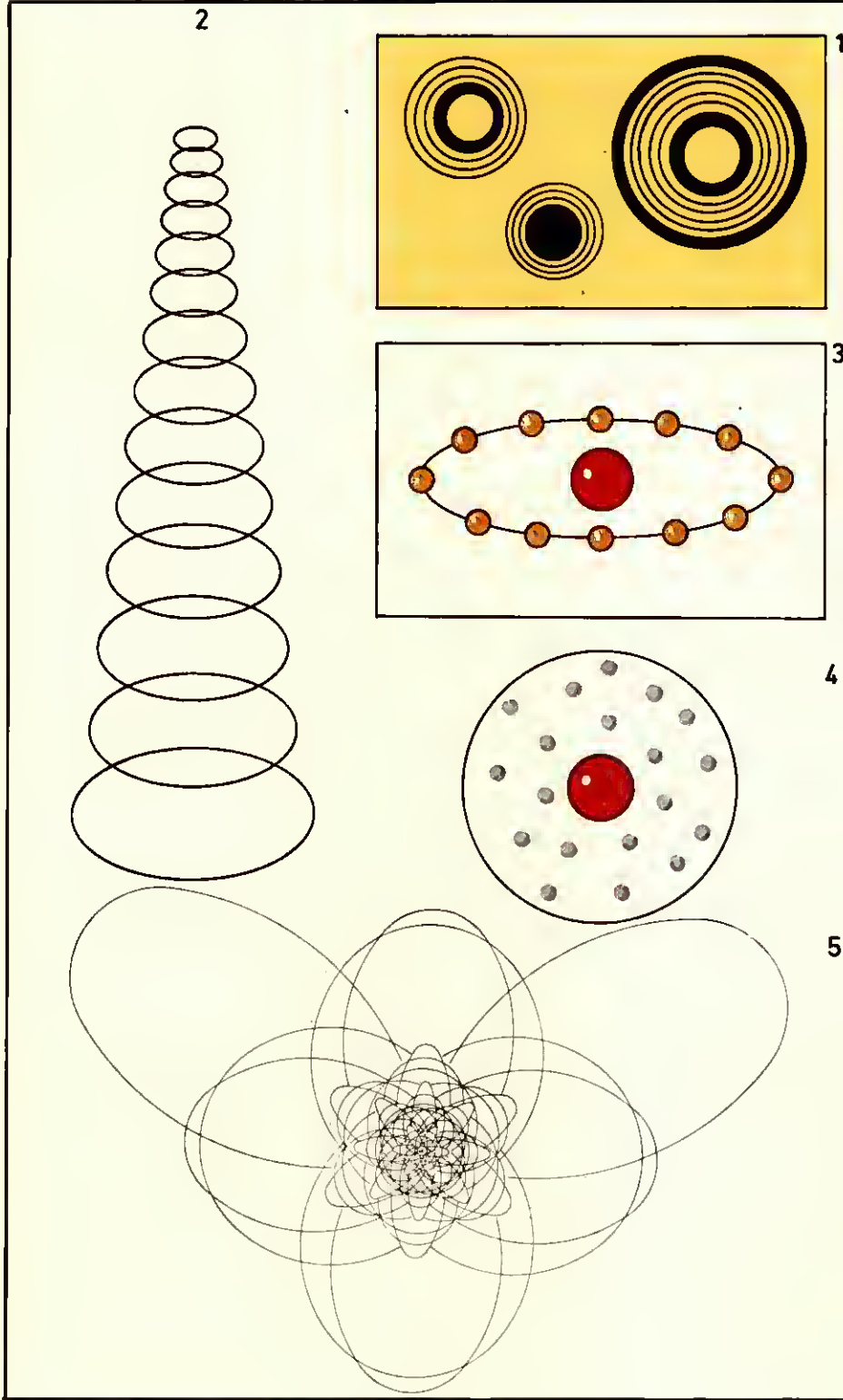
وفي سنة 1914 أتى نيلس بور N. BOHR (1885 - 1962) بتعديل لهذا النموذج، وافترض

بعض النماذج الذرية: 1. ذرة دالتون: وكان يعتقد أن كل عنصر يتوفر على ذرة من نوع خاص ولكل مركّب نوع خاص من الجزيئات. 2. ذرة كيلفين: وهو يرى أن للذرات شكلا ذا حلقات تدور على غرار حلقات الدخان.

3. الذرة حسب نظرية ناغواكا: وهي عبارة عن مجموعة من الاليكترونات تدور حول دقيقة مركزية.

4. ذرة روثرفورد: ويكون معظم وزنها في النواة.

5. رسم بياني للذرة من منظور نيلس بور.



بنية الذرة

مماذا تتكون الذرة ؟

لقد رأينا سابقاً أن هناك جزيئات أصغر من الذرة، وفيما يلي سوف نقوم بتحليل بنية النظام الذري. تحتوي كل ذرة على جزيئات أو دقائق مشحونة بالكهرباء التي تكون إما موجبة أو سالبة. والشحنات المتعادلة تتنافر بينما الشحنات المتعارضة تتجاذب، وكان الاليكترون هو أول دقيقة أو جزيء تم اكتشافه وهو ذو شحنة سالبة (يرمز اليها بعلامة ناقص «-»)، وأكبر جزء في وزن الذرة متمثل في كتلة مركزية تعرف بالنواة، وهي مكونة من نوعين آخرين من الجزيئات وهما البروتونات والنوترونات.

وللبروتون شحنة كهربائية موجبة (+) أما النوترون فليس له شحنة كهربائية، إذ تقتصر وظيفته على مضاعفة وزن الذرة. وللبروتون والنوترون وزن يفوق وزن الاليكترون بحوالي 1800 مرة.

وهكذا فالذرة تتوفر على البنية التالية : فهناك نواة موجبة تحدد كتلة الذرة وتدور حولها اليكترونات سالبة، ونظراً لكون قطر الذرة يفوق قطر النواة بحوالي 20.000 مرة، فإن باطن الذرة مكوّن بالأساس من مجال فارغ. وتدور الاليكترونات باستمرار حول النواة كما تدور حول نفسها، وهي بذلك تقوم في نفس الوقت بحركة دورانية

وبحركة دائرية. وهي منتظمة بكيفية خاصة : فهي على العموم تنتقل راسمة مدارات متراكزة، إلا أن طريقة تنقل كل اليكترون يختلف عن باقي تنقلات الاليكترونات الأخرى، فهناك اليكترونات تنجذب بقوة نحو النواة بينما اليكترونات الأخرى تكون متفاوتة الاقتراب منها، بحيث يمكن الحديث في هذا المجال عن طبقات اليكترونية، لوصف مدارات من هذا القبيل. فبعضها يدور حول نفسه في اتجاه معين والبعض الآخر يدور في اتجاه معاكس. وقد اهتمت التحولات الكيماوية بالاساس بوضع وحركة اليكترونات المدار أو الطبقة الاليكترونية. ذلك أن عدد الاليكترونات يحدد الطبيعة الكيماوية للذرة. وفيما يتعلق بالبروتونات والنوترونات التي تتكوّن منها نواة الذرة، فلا بد من بعض التوضيح : فالبروتونات ذات شحنة موجبة متساوية تتمكن من البقاء متحدة بعضها مع بعض دون أن تتنافر، وذلك لاسباب قد تم اثباتها تجريبياً، وبإمكان البروتونات والنوترونات أن تتحول باستمرار من حالة إلى أخرى بفضل إرسال دقيقة تسمى «البندق»، وهذه الكيفية يمكن للبروتون حالما يرسل «بندقاً» أن يتحول الى نوترون، ويمكن أن يحدث أن النوترون يمسك بالبندق لكي يتحول بدوره الى بروتون، وهكذا يكون بإمكان البروتونات والنوترونات أن تتحول من حالة إلى أخرى عن طريق تبادل «البندق»، وهذا التبادل هو الذي يربط بينها بكيفية دائمة.

وبسبب هذه الظاهرة، يتغير مظهر بنية الذرة على مستوى النواة كذلك : إذ يكون مرتبطاً بمجموع الارسلات المتواصلة وبضياغ البنادق.

غير أن كل ذلك يغير من الخاصية الأساسية للذرة من الناحية الكهربائية. فهي دائماً متعادلة كهربائياً على اعتبار توفرها على اليكترونات ذات كهرباء سالبة، وعليها

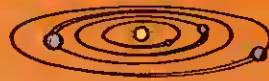
العناصر الاساسية في الذرة

+
البروتون
(شحنة إيجابية)

n
النوترون
(شحنة متعادلة)

-
اليكترون
(شحنة سالبة)

اليكترونات وهي تدور حول النواة كما تدور الكواكب حول الشمس



جانيه: رسم نموذجي للذرة. وتتمثل دقائقها الأساسية في كل من البروتون والنوترون والاليكترون وتدور الاليكترونات حول النواة كما تدور الكواكب حول الشمس.

وضع الاليكترونات :

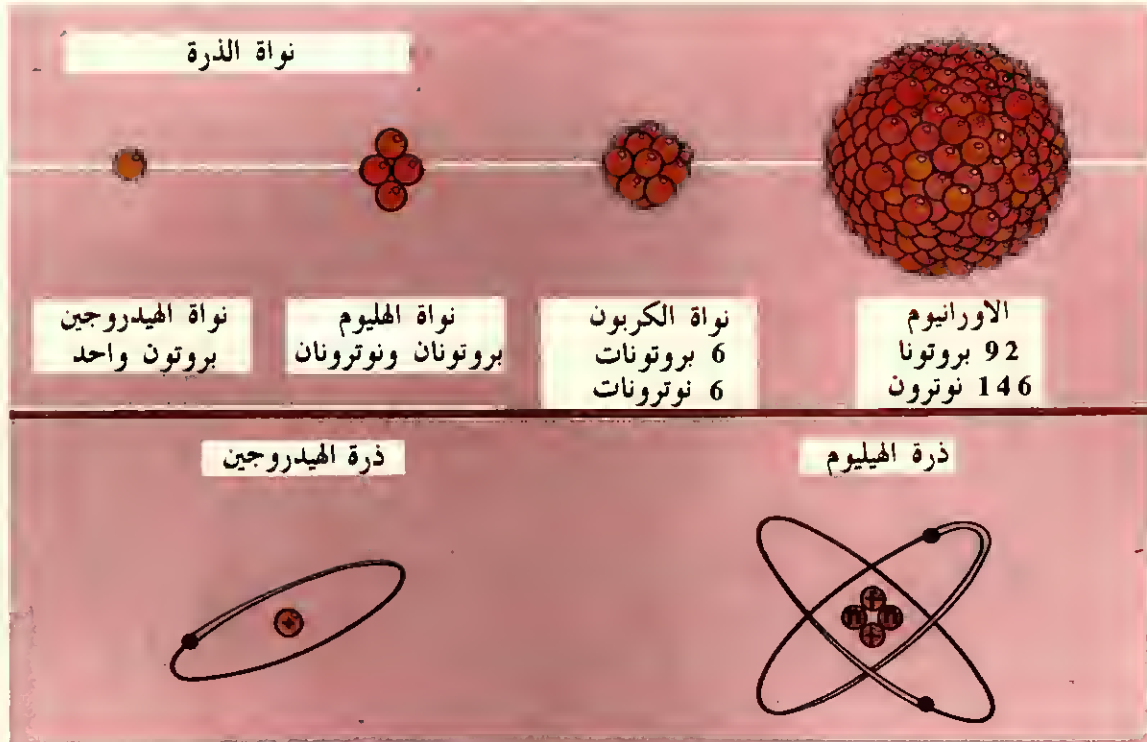
كما سبق أن ذكرنا فإن نيل بور (N. BOHR) هو أول من فكر في وجود حركة الاليكترونات الموزعة على مدارات مختلفة حول النواة. وسنقوم فيما يلي بدراسة كيفية توزيع الاليكترونات حول النواة. فباتباعها مساراً محدداً، ترسم الاليكترونات مدارات تشكل مجموعات حسب تماثل وتجانس خصائصها، وتعرف بالطبقات الاليكترونية، ولا يتوفر أي نوع من الذرات على أكثر من سبع طبقات اليكترونية. وتتوفر الطبقة الأقرب إلى النواة دائماً على اليكترونين (ما عدا في حالة ذرة الهيدروجين، وهي أخف عنصر، حيث تتوفر على اليكترون واحد في طبقتها الوحيدة). وتتوفر أغلب العناصر على أقل من سبع طبقات، أما الطبقة الثانية فلا يمكنها أبداً أن تتوفر على أكثر من ثمان اليكترونات. وعلى سبيل المثال، هذه أوضاع اليكترونات بعض العناصر: فلأوكسيجين 2-6 (أي أن له طبقتين فقط، أولاهما ذات اليكترونين والثانية ذات ستة اليكترونات، ولليوتاسيوم أربع طبقات (أي 2 - 8 - 8 - 1) بينما يتوفر الأورانيوم على سبع طبقات (أي 2 - 8 - 18 - 32 - 21 - 9 - 2).

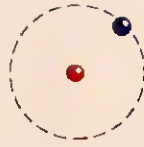
وحين نقوم بجمع عدد الاليكترونات، فإن المجموع الحاصل يساوي مجموع البروتونات، وسنحصل بذلك على العدد الذري للعنصر: وهكذا فالعدد الذري للأوكسيجين هو 8 والعدد الذري لليوتاسيوم هو 19،

كذلك أن تحتوي كهرباء موجبة بكمية متساوية مع كمية الكهرباء السالبة.

ولا يعني تماثل هذه البنية لدى جميع الذرات أن ذرات مختلف العناصر الطبيعية أو الاصطناعية كلها متساوية. فبالعكس من ذلك، هناك من أنواع الذرات ما يعادل عدد العناصر المعروفة لحد الآن أي 104 عنصراً، وهي متباينة فيما بينها. فذرة الهيدروجين مثلاً تختلف تماماً عن ذرة الاوكسيجين وعن باقي ذرات العناصر الأخرى. ومجمل القول، يمكن أن تمثل البنية المعقدة للذرة بمقارنتها من مختلف الجوانب ببنية النظام الشمسي حيث تدور مختلف الكواكب حول نواة حسب مدارات مختلفة. وبعد قرون من البحوث والدراسات، استطاع الانسان أن يتوصل إلى الاقتناع بأن الكون المادي كله مكون من ركامات جسيمات مختلفة كالدقائق والذرات والجزئيات. والعنصر الأساسي فيه هو الذرة لأنها جسيم يتمثل في نظام قار على شكل نواة مركزية يحيط بها سديم من الاليكترونات المتحركة.

أسفله : يتوفر كل عنصر كيميائي على عدد خاص من النوترونات والبروتونات والاليكترونات ونحصل من خلال عدد بروتونات الذرة على عددها الذري . ومجموع البروتونات والنوترونات التي تتوفر عليها الذرة يعطينا الوزن الذري . وتناسب البروتونات في النوى مع الاليكترونات في المدارات .



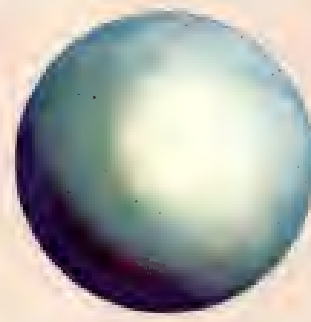


الايكترون

في ذرة بسيطة كذرة الهيدروجين ، يوجد اليكترون واحد يدور وفق مسار محدد ، حول النواة . وتتكون النواة نفسها من جزيئة إيجابية وهي البروتون . وإمكانيات تنقل اليكترون وسط ذرة لا تتعدى مسارين يمثل كل منهما مستوى طاقيا .



تظهر «جولة» الاليكترون حول النواة وكأنها تشكل سحابة ممتلئة كما يحدث لمروحة تدور بسرعة فائقة تدور وكأنها أسطوانة مسطحة .



بروتون الكترون نوترون

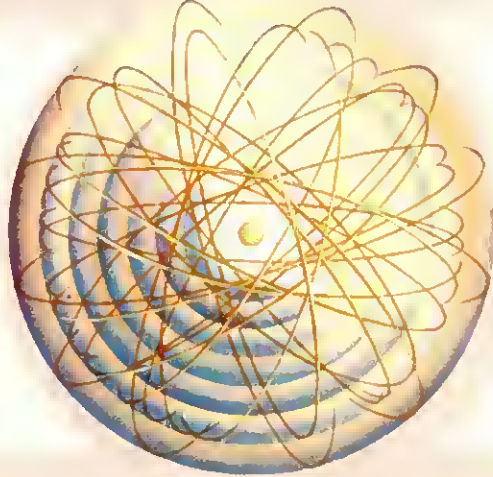
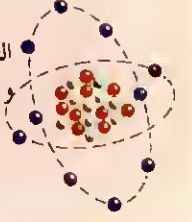
تتوفر الذرة على اليكترونين يدوران حول النواة، وفي نفس الوقت حول نفسيهما. وتشتمل النواة على بروتونين وجزيئين محايدين وهما النوترونات وكتلتها تقارب كتلة البروتونات.



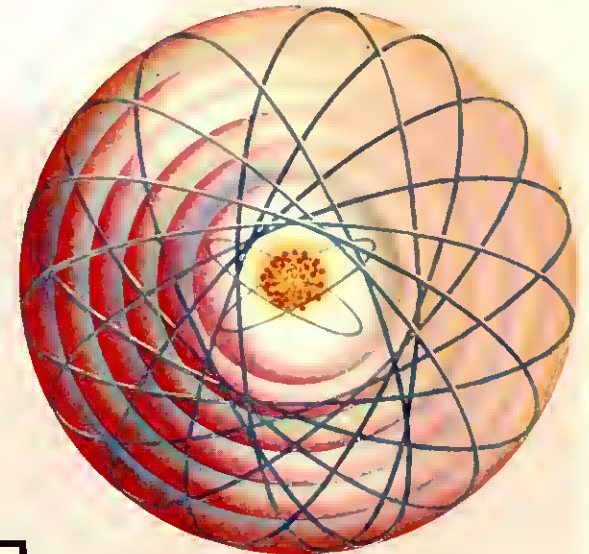
يتوفرها على اليكترونين ، تكون الطبقة (ط) كاملة وفي الذرة الموالية ، أي ذرة الليثيوم ، ينتقل اليكترون ثالث ليشكل طبقة أخرى (ي) . وتتكون النواة من ثلاثة بروتونات وثلاثة أو أربعة نوترونات حسب العنصر المعني .



رسم بياني لذرة غاز هامد وهو النيون ، ويتوفر قطره على 10 بروتونات و 10 أو 12 نوترون .



في الذرات الثقيلة كذرة الأورانيوم 235 ، التي تتوفر على 92 اليكترونا منتقلا حول نواة ذات 92 بروتون و 143 نوترون ، يصبح من المستحيل تمثيل دوران ودورات الاليكترونات في مختلف مستوياتها ، كما يستحيل إبراز مستويات طاقة المسارات .



إن الرسوم البيانية الممثلة لبنية الذرة ليست سوى وسائل إيضاحية لتقريبها من الازدحام . والواقع أن البنية الذرية لا يمكن صياغتها بدقة إلا بالقواعد والمفاهيم الرياضية .

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \cdot \frac{\partial^2 \psi}{\partial \phi^2} + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial \psi}{\partial \theta} \right) + \frac{8\pi^2 m}{h^2} \left(E - \frac{e^2}{r} \right) \psi = 0$$

العناصر الكيماوية أو أنواع الذرات

العنصر	تاريخ الاكتشاف	نقطة الغليان بدرجة سلسيوس	نقطة الذوبان بدرجة سلسيوس	الكثافة	الوزن الذري التقريبي	العدد الذري	الرمز الشائع
الومنيوم	1827	1800	660	2,70	27	13	Al
فضة	Ant. ¹	1950	961	10,50	108	47	Ag
أرغون	1894	-186	-189	1,78	40	18	A
أرسنيك	1250	814	5,79	75	33	As	
أزوت	1772	-196	-211	0,89	14	7	N
كلسيوم	1808	1439	810	1,41	40	20	Ca
ع.ق	Ant. ¹	4200	3500	3,51	12	6	C
ألماس	Ant. ¹			3,51			
كلور	1774	-34	-102	3,21	35,5	17	Cl
كروم	1797	2480	1890	6,92	52	24	Cr
كوبالت	1735	3100	1495	8,76	59	27	Co
نحاس	Ant. ¹	2600	1084	8,92	63,5	29	Cu
حديد	Ant. ¹	3200	1550	7,86	56	26	Fe
فلور	1771	-187	-223	1,11	19	9	F
هليوم	1895	-269	-272	0,18	4	2	He
هيدروجين	1766	-253	-259	0,09	1	1	H
زئبق	Ant. ¹	357	-39	13,55	200,5	80	Hg
نيكل	1751	3075	1452	8,90	58,5	28	Ni
ذهب	Ant. ¹	2610	1064	19,32	197	79	Au
أوكسيجين	1774	-183	-218	1,14	16	8	O
بلاتين	1735	sup. à 4000	1774	21,37	195	78	Pt
رصاص	Ant. ¹	1620	327	11,35	207	82	Pb
راديوم	1898	1140	700	env. 5	226	88	Ra
سيلنيوم	1827	680	217	4,79	79	34	Se
سيلسيوم	1823	2600	1420	2,42	28	14	Si
سوديوم	1807	890	98	0,97	23	11	Na
كبريت	Ant. ¹	445	119	2,07	32	16	S
سترونتيوم	1790	1150	800	2,54	87,5	38	Sr
تيتان	1791	—	1800	4,49	48	22	Ti
تنغستين	1781	6700	3400	19,30	184	74	W
أورانيوم	1789	3500	1800	18,7	238,1	92	U
فاناديوم	1801	—	1750	5,7	51	23	V
زينون	1898	-107	-112	5,85	131	54	X(e)
زنك	1746	906	419	7,14	65,5	30	Zn
زركنيوم	1789	2900	1851	6,53	91	40	Zr

1. معروف منذ العصور القديمة

2. يحصل عليه بالتركيب



أعلاه : الأتوميوم المقام في بروكسيل بمناسبة المعرض الجامعي سنة 1958 . ويمثل ذرة الأوكسيجين بنواتها المحاطة بإليكتروناتها الثمانية .
جانبه : جدول العناصر الكيماوية مع العدد والوزن الذريين لكل عنصر .

والعدد الذري للاورانيوم هو 92 .
ويتحدد التصرف الكيماوي للذرة بعدد الاليكترونات وخاصة عدد اليكترونات الطبقة الأكثر بعداً عن النواة ، والتصرف الكيماوي هو قدرة أو قابلية الذرة للتركيب مع ذرة من نوع مختلف لتكوين عنصر مركب . وهكذا ، فالذرات ليست فقط صغيرة وصلبة ومقاومة بل هي فضلا عن ذلك ، قادرة على التركيب فيما بينها بكيفيات متنوعة . فأشكال الذرات الـ 104 بإمكانها أن تتجمع حسب مئات الآلاف من الأنماط التركيبية المختلفة المعروفة بالجزيئات .

وعلى هذا النحو ، فالذرات من نفس النوع لا تكتفي فقط بالاتحاد فيما بينها لتشكيل عنصر ما كالأوكسيجين مثلا ، بل تتجمع كذلك بأنواع مختلفة أخرى لتكوين عنصر مركب كالماء الذي هو نتاج التركيب بين الأوكسيجين والهيدروجين .

والذرات التي تميل بسهولة إلى الاجتماع بذرات أخرى هي تلك الذرات المتوفرة على طبقات يكون عدد اليكتروناتها غير تام . فالأوكسيجين الذي لا يتوفر سوى على ست اليكترونات في طبقته الثانية والأخيرة (وليس على ثمانية وهو العدد التام) يكون ذا قابلية للاتحاد مع ذرات أخرى . أما الغازات المشابهة للنيون فهي ذات صعوبة في التركيب نظرا لتوفرها على طبقات كاملة ، وهي تعرف بالغازات الهامدة أو القاصرة لما تجده من صعوبة في الاتحاد مع غيرها من العناصر .

قوانين التفاعلات الكيماوية

ما الفرق بين العناصر المحللة
والعناصر المؤكسدة ؟

المادة المؤكسدة أو المختزلة - أي مفهوم زيادة أو نقص التأكسد - ليس بالضرورة مرتبطاً بتفرع أو اكتساب الاوكسيجين لأن هناك تفاعلات لا يتدخل فيها الاوكسيجين أبداً رغم أنه يلعب دوراً فعالاً في أغلب التفاعلات.

وفي حالة التفاعلات التي ليست مؤكسدة ومختزلة، فإنه ليس هناك أي نوع ذري يتواجد خلال التفاعل يقوم بتغيير عدد أكسده الخاصة.

وبغض النظر عن هذا التقسيم العام الذي يميز بين التفاعلات المؤكسدة والمختزلة والتفاعلات الغير مؤكسدة والغير مختزلة، فقد جرت العادة أن تقسم مختلف التفاعلات الكيماوية على أساس الخصائص السائدة لدى التفاعل. ومن هذا المنظور فأشهر أنواع التفاعلات هي

يثير مزج العناصر الكيماوية ظواهر تعرف بالتفاعلات الكيماوية. وبما أن الأوكسيجين قابل للتركيب مع كل العناصر، ونظراً لكون الأوكسيدات كلها عبارة عن عناصر مركبة من الأوكسيجين وعنصر آخر، فيمكن التمييز بين نوعين من التفاعلات الكيماوية: التفاعلات المخلوطة للأكسيد والتفاعلات الغير مخلوطة للأكسيد. وصدأ الحديد مثلاً (الصورة أعلاه) تفاعل كيماوي محول للأكسيد

التفاعل الكيماوي هو التحول الذي يترتب عنه انفصام بعض روابط النوع الكيماوي الذي يتفاعل بإثارة تشكّل روابط جديدة.

ماذا يحدث مثلاً حين يتعرض الحديد للصدأ ؟ إن بعض جزيئاته تتحد بذرات الاوكسيجين لتكوّن أو كسيد الحديد : ذلك نموذج للتفاعل الكيماوي.

وبما أن الاوكسيجين قادر على التركيب مع جميع العناصر، ونظراً لكون الأوكسيدات كلها عناصر مركبة من الاوكسيجين وعنصر آخر، فيمكن تقسيم التفاعلات الكيماوية إلى صنفين أساسيين: التفاعلات المخلوطة للأكسدة والتفاعلات غير المخلوطة للأكسدة، ففي الحالة الأولى أي الأكسدة التحويلية، يتعلق الأمر بتفاعلات يتم خلالها تأكسد عنصر أو عدة عناصر حيث يتضاعف عدد الأكسدة، بينما تنقلص عناصر أخرى حيث يتناقص عدد التأكسد، وهكذا فالمواد التي تحتوي على هذه العناصر تسمى بالمختزلة أو المؤكسدة. وعليه، ففي حالة الأكسدة التحويلية يجب أن يكون عدد الاليكترونات التي يضيّعها المختزل، مساوياً لعدد الاليكترونات التي يكتسبها المؤكسد. ويمكن لمادة ما أن تكون مؤكسدة أو مختزلة حسب المواد التي تظهر للتفاعل معها، والفلور وحده هو المادة الوحيدة التي تبقى دائماً مؤكسدة، إلا أن مفهوم



كيف ترتبط الذرات بعضها ببعض ؟

اليكترونا مشتركاً. ويمكن للرابط التساهمي التكافؤ أن يكون كذلك مزدوجاً أو مثلثاً عندما تتعدى الاليكترونات المشتركة واحداً إلى اثنين أو ثلاثة، من ذلك أن الماء مثلاً عنصر يقوم على رابط تساهمي التكافؤ. وهذه الروابط هي التي توحد الجزيئات التي تحدد الحالة السائلة أو الصلبة أو الغازية لمادة ما لأنها تمثل في التطبيق قوى جاذبية من الناحية الكهربائية. وهناك بالفعل قوى متعارضة تضبط تصرف الجزيئات، ويتعلق الأمر بالطاقة الحركية التي تميل إلى تقسيمها ثم الجاذبية الكهربائية المتبادلة التي تميل إلى الحفاظ على الاتحاد، ففي السوائل، تنتقل الجزيئات ببطء بالنسبة للجاذبية الكهربائية وذلك بسببها الواحدة فوق الأخرى، وبالمقابل، فهي تنتقل بسرعة أكثر في الغازات إلى درجة أنها تكون تقريباً مستقلة الواحدة عن الأخرى؛ أما في الأجسام الصلبة، فهي تبقى تقريباً محصورة وثابتة لكونها لا تتمكن من التخلص من الجاذبية.

الترسب، (أي سيرورة تكوّن صلب قابل للعزل من مادة سائلة) والتفاعلات الحمضية - الأساس (وتكون عندما ينتقل بروتون من نوع كيميائي إلى نوع آخر) ثم تفاعلات التحليل الكهربائي.

الروابط الخفية

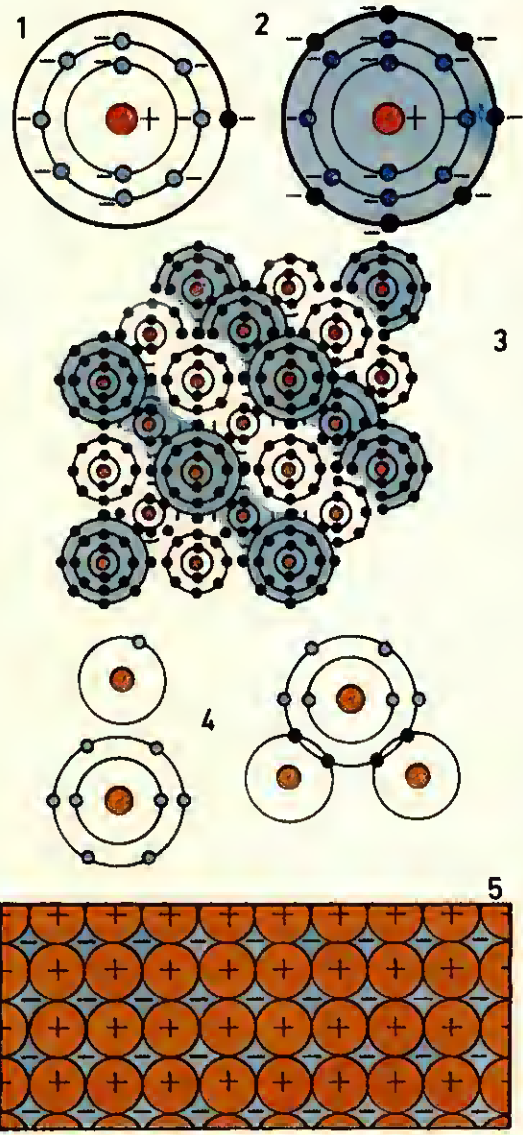
كما رأينا سابقاً، هناك عدد كبير من الذرات التي تتخلّى عن أحد اليكتروناتها أو عن عدة اليكترونات، إلا أنه في هذه الحالة تصبح الذرة نفسها مشحونة كهربائياً، أي أنها تفقد التماثل المطلق بين الشحنة الموجبة والشحنة السالبة، والذي يرجع إلى تساوي عدد البروتونات والاليكترونات، لأنها بفقدانها لليكترونات يزداد عدد البروتونات. وهكذا يقال بأن جميع العناصر التي تتصرف على هذا النحو كَهَرٌ مُوجِبَةٌ، وتصبح الذرة بذلك أيوناً موجباً، أما أنواع الذرات التي تستطيع اجتذاب الاليكترونات لتصبح بذلك أيونات سالبة، فهي تؤدي إلى جعل العناصر كَهَرٌ سَلْبَةٌ.

وقد نتساءل كيف ترتبط الذرات فيما بينها ؟ الواقع أن هناك رابطاً يعرف بالرابط المتغاير التكافؤ، ويكون حين تقوم ذرات متغايرة التكافؤ بالتخلّي عن اليكترون من اليكترونات مدارها الخارجي لصالح ذرات كهرسلبية تكون مركبة معها.

وهناك رابط من نوع آخر وهو الرابط التساهمي التكافؤ، ويكون عندما لا يحدث أي تخلّي لأي اليكترون من ذرة لفائدة أخرى، ولكن حين تتوفر ذرتان على نفس الاليكترون المشترك، أي عندما يكون اليكترون المدار الخارجي للذرة الأولى متممياً في نفس الوقت إلى المدار الخارجي للذرة الثانية، وبعبارة أخرى، حين تتخذ ذرتان

يثير تبادل الاليكترونات بين عنصر وآخر روابط تصنف إلى معايرة التكافؤ وتكافؤية التساهم. وتمت الأولى حين تتخلّى ذرات ذات كهرباء إنجائية عن اليكترون من مدارها الخارجي لصالح ذرات ذات كهرباء سلبية. وتحدث الروابط التكافؤية التساهم عندما تحتفظ الذرتان معاً بنفس الاليكترون. جانب : 1. ذرة سوديوم بكهرباء إنجائية، بإمكانها بسهولة إعطاء اليكترون خارجي لذرة الكلور المجاورة (2). 3. الرابط الأيوني المتغاير التكافؤ في الملح العادي. 4. في الماء، يتبادل الهيدروجين والأكسجين اليكتروناتهما في عملية رابطة تكافؤية التساهم. 5. ربط بين المواد حيث تنتقل من ذرة إلى أخرى على غرار التيار.

في الهامش : 1. ذرة هيدروجين محايدة ؛ 2. ذرة الهيليوم، مركبة من بروتونين ونيوترونين ولذلك فهي تتوفر على إلكترونيين مما يجعل الذرة جـد مستقرة. 3. ذرة الليثيوم، وتضم طبقها الخارجية إلكتروناً واحداً، الشيء الذي يسهل ربطها بالذرات الأخرى.



النشاط الاشعاعي

النشاط الاشعاعي الطبيعي

ما اصل كلمة «النشاط الاشعاعي» ؟

خلال إحدى التجارب التي قام بها العالم هنري بيكريل (H. BECQUEREL)، اكتشف أن معدن

الأورانيوم قد طبع صفيحة فوتوغرافية كانت توجد بقربه بينما كانت ملففة في ورق أسود، وقد سُمي هذه القدرة التي يتميز بها الأورانيوم بالنشاط الاشعاعي، وبعد سنتين من ذلك قام بيير وماري كوري (P. et M. CURIE) بعزل عنصر كيميائي آخر يتوفر على قدرة اشعاعية النشاط، ولهذا السبب سميها بالراديوم.

وما لبث أن ظهر للعلماء أن الذرة تحتوي على كمية هامة من الطاقة، فقد أثبت كل من روثرفورد (RUTHERFORD) وطومسون (THOMSON) أن الراديوم والأورانيوم يبعثان الطاقة عن طريق ثلاثة أنواع من الاشعاعات وهي: أشعة ألفا، المتمثلة في دقائق مشحونة كهربائياً تتمكن من اختراق سمك المواد الرقيقة، وأشعة بيتا وهي دقائق مشحونة بالكهرباء السالبة ذات قدرة اختراق أشد من قدرة أشعة ألفا، ثم أشعة غاما وهي ليست جسيمية ولكنها ذات قدرة اختراق قوية. وتكون أشعة ألفا أثقل من أشعة بيتا وغاما، فكل دقيقة منها تزن ضعف ذرة الهيدروجين أربع مرات، ويمكن معاينة أنواع الأشعة الثلاثة بواسطة مغناطيس يوضع فوق صفحة من الورق تكون عليها سُحالة من الحديد، حيث يقوم المغناطيس بجربها في اتجاهات مختلفة ثلاثة.

ومن المعلوم أن نواة الذرة ذات شحنة كهربائية موجبة مساوية لمجموع الشحنات السالبة للالكترونات، بحيث يكون مجموع شحنة الذرة متعادلاً أي مساوياً لصفر (0). وفي الذرة، يناسب العدد الذري عدد الالكترونات أو عدد الوحدات المشحونة في النواة أي البروتونات. وبالمقابل، فالوزن الذري يناسب تقريباً وزن النواة (أي البروتونات + النيوترونات) لأن وزن الالكترونات ضئيل جداً. وتتوفر جميع ذرات نفس العنصر على نفس عدد الالكترونات (أي نفس العدد الذري)، غير أنه بإمكانها أن تتوفر على أعداد ذرية مختلفة.



أسفله : بيير وماري كوري P.ET M.CURIE في رسم فرنسي . وقد قاما بعزل الراديوم (1898) لاختبار قوة نشاطه الاشعاعي .

ماهي أهمية الاورانيوم والراديوم ؟

86 بروتونا و136 نوترونا، مما يغير من عددها الذري ووزنها الذري (أي 86 و222)، وبما أن النواة لم تعد تتوفر سوى على 86 اليكترون في مداراتها، فإنها تصبح ذرة من نوع مختلف يشتمل على خصائص كيميائية مختلفة. وبعبارة أخرى فالأمر يتعلق بعنصر آخر وهو الرادون وهو كذلك اشعاعي النشاط إذ يتحول إلى بولونيوم، وتؤدي كل هذه التغيرات المتعاقبة إلى غاية الرصاص الذي لا يقبل التحليل بعد ذلك لأنه ثابت، وهناك مجموعة أخرى من العناصر الاشعاعية النشاط تثير تعاقبات أخرى تكون نقط انطلاقها هي الأورانيوم والتوريوم والأكتينيوم.

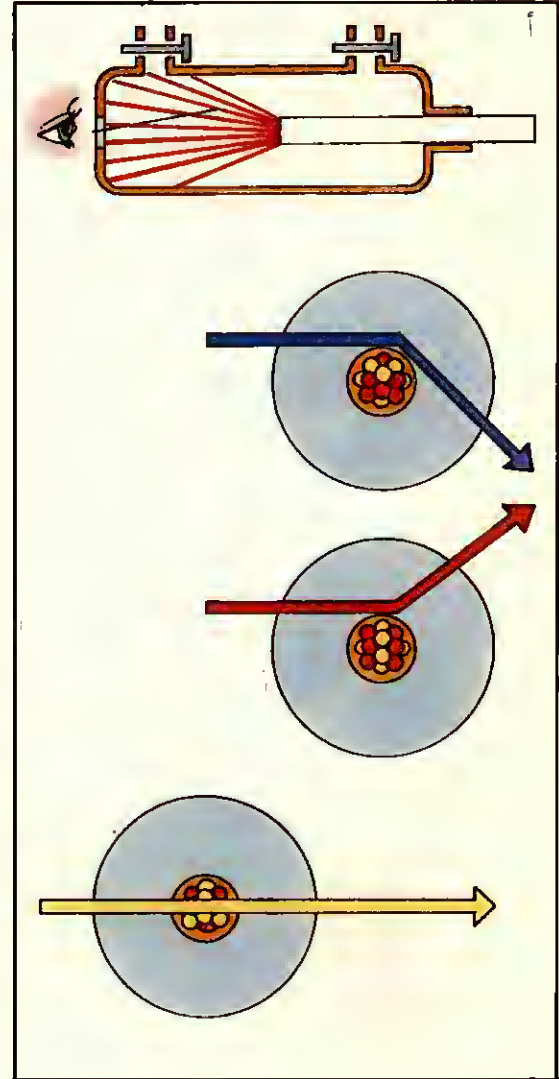
النشاط الاشعاعي الاصطناعي

مع اكتشاف الذرات الاشعاعية النشاط، أمكن فهم إمكانية تقسيم نواة الذرة إلى عدة أجزاء. وهكذا بدأ التساؤل كذلك حول مدى إمكانية تقسيم نوى الذرات الأخف وزنا والذرات الغير الاشعاعية النشاط. وكان أول

وتسمى الذرات ذات نفس العدد الذري والاوزان الذرية المختلفة بنظائر العنصر ذاته، ويعني ذلك أنها تشترك في نفس الخصائص الكيميائية مع اختلافها من حيث الوزن. وجميع العناصر تكون تقريبا كما هي على حالتها الطبيعية بمثابة خلائط من النظائر.

وترجع الاشعاعات التي ترسلها ذرة ما إلى النواة. وهكذا فدقيقة ألفا تحتوي على بروتونين ونوترونين، وعليه، فإذا كانت نواة ذرة الراديوم تشتمل على 88 بروتونا (العدد الذري يكون آنذاك 88) وعلى 138 نوترونا (الوزن الذري يكون 226، أي $88+138$)، فحين ترسل دقيقة ألفا، فإن النواة لن تتوفر سوى على

في سنة 1919 قام روثر فورد RUTHERFORD بتجربة حاسمة في دراسة الذرة : فبواسطة الآلة المبينة في الرسم ب تمكن من تحطيم ذرة الأزوت ليمثل بكيفية اصطناعية ما يحدث في العناصر الاشعاعية النشاط . في الرسم أ : كيفية عمل آلة روثر فورد : فذرة الأزوت المحطمة تطلق بروتونا يرتطم بالشاشة المستشعرة فيثير بها شرارة .



ماهي الاشعة الكونية وماهو دورها ؟

كيف يستعمل النشاط الاشعاعي ؟



جيمس شادويك

من أفلح في هذه التجربة هو روثرفورد، حيث قام بتمرير دقائق ألفا البولونيوم من خلال غاز الأزوت. وبامتصاصها من قبل ذرات الأزوت، تجذب منها دقائق ألفا بروتونا من النواة. ويعني ذلك أن النوى الثابتة قابلة للتحطيم. في سنة 1932، أمكن تحطيم النوى الذرية دون الحاجة إلى اللجوء إلى العناصر الاشعاعية النشاط، وذلك باستعمال الدقائق التي تبعثها العناصر الاشعاعية النشاط. وبتسريع البروتونات، أي جعلها تنتقل بسرعة فائقة حيث ترتطم بصفيحة الليثيوم، اكتشف العالمان الانجليزيان كوكروفت (COCKROFT) ووالتون (WALTON) أن ذرات الليثيوم ترسل دقائق ألفا عندما تنكسر اثناء الارتطام، وفي سنة 1932 كذلك، تمكن فيزيائي انجليزي آخر وهو شادويك (CHADWICK) من اكتشاف النوترون، فقد لاحظ اثناء قبلته للبيركليوم بدقائق ألفا، أن هذا العنصر يرسل دقيقة خالية من الشحنة الكهربائية، وذات وزن يماثل تقريبا وزن البروتون، نظرا لأن هذه الدقيقة ستعادل كهربائيا، فسمها النوترون، ولأن النوترون كذلك لا يتوفر على أية شحنة كهربائية فهو يتمكن من النفاذ إلى نواة أي ذرة دون أن ترفضه الاليكترونات أو البروتونات، وهكذا يمكن الاستعانة به لتحطيم الذرات. وإلى غاية ذلك الوقت، فإنه رغم الافلاح في كسر الذرات الثابتة، فلم يتم الحصول سوى على دقائق ثابتة وغير اشعاعية النشاط. إلا أن احد الاكتشافات أثبتت أنه كان بالامكان تحويل عنصر ثابت إلى متكافئ إشعاعي النشاط، وذلك دائما بفضل قبلته الدقائق النووية. وقد حدث هذا التحويل سنة 1934 حين أدرك كل من ف. و. ي. جوليو - كوري (F et I. Joliot-CURIE) بأنه عند قبلته الالومنيوم يتحول إلى متكافئ فوسفور لا يوجد على حالته الطبيعية ويكون اشعاعي النشاط. وقد تم اليوم معرفة حوالي 600 متكافئ إشعاعي النشاط لا يوجد على حالته الطبيعية ويتم انتاجه بطريقة اصطناعية. إلا أن حياة أغلبها قصيرة جداً لا تتعدى بضعة أيام.

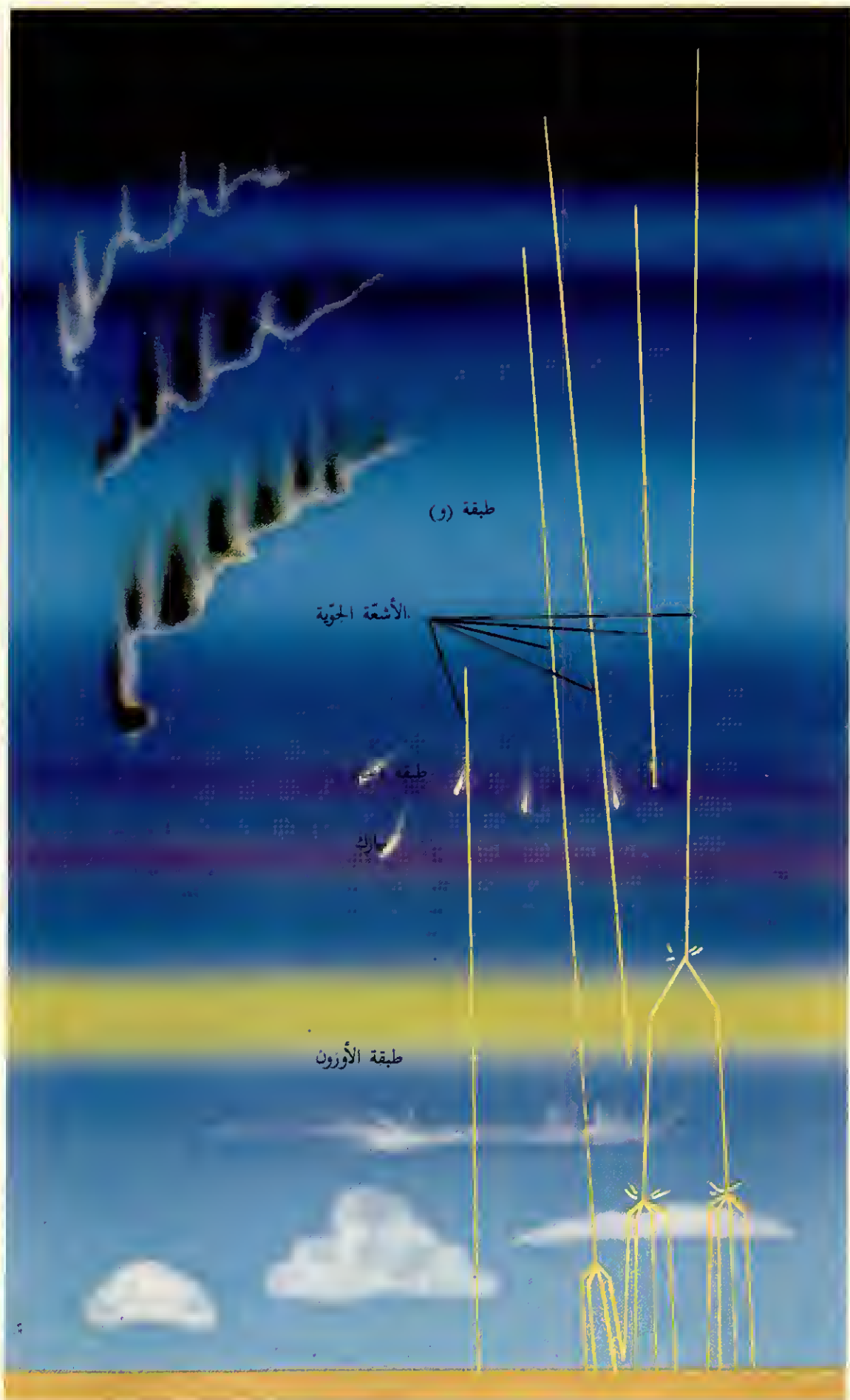
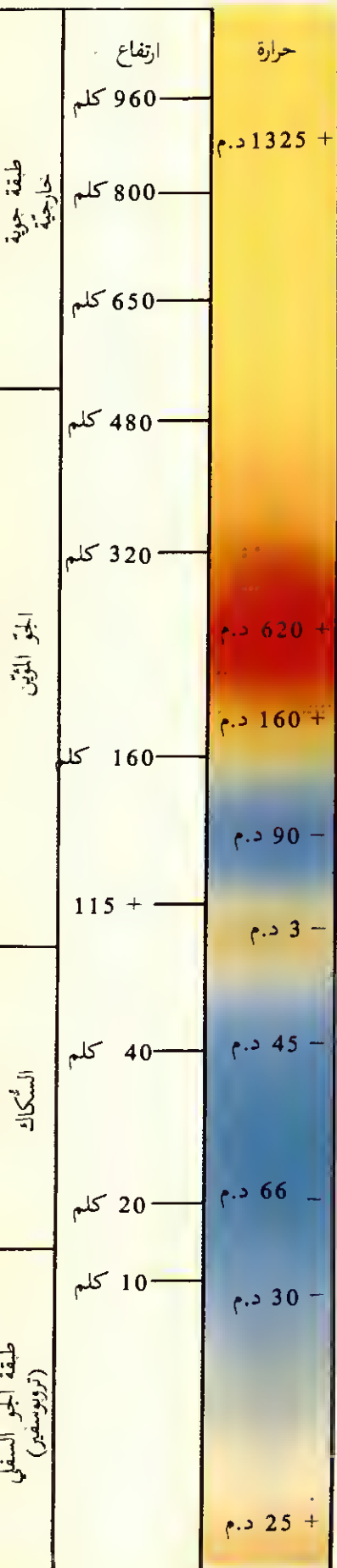
دقائق في الفضاء

هناك أيضا بعض الأشعة الصادرة عن الفضاء، والمتوجهة نحو الأرض وتسمى بالأشعة الكونية. ولاثبت وجودها، يكفي أن يتم إطلاق كرة في الهواء تكون مزودة بصفائح فوتوغرافية بالغة الحساسية ويحكم إغلاقها في علبة بحيث تكون محجوبة عن الضوء، سيلاحظ أن الصفائح قد طبعها الأشعة الكونية التي تخترقها: فأثر الدقيقة الكونية يظهر على الصفيحة عندما يتم تحميمها. وهذه التجربة بالذات هي التي أنجزها العالم

النساوي فيكتور هيس سنة 1910 بواسطة كرة منطادية. فقد اكتشف أنه على علو يفوق الـ 1600 متر يتضاعف الاشعاع وكلما زاد الارتفاع كلما ارتفع الاشعاع. ومن المعلوم في الوقت الراهن أن الأشعة الكونية مكونة من مختلف أنواع الاشعاعات وأن بعضا منها يخترق الغلاف الجوي مباشرة ثم إن عددا كبيرا منها أكثر اختراقا من الأشعة التي ترسلها العناصر الاشعاعية النشاط. ويمكن كل من الطول والمسار والكثافة التي تخلفها علامة الأثر من قياس الوزن والشحنة الكهربائية وسرعة الدقيقة التي يصدر عنها الأثر. وهكذا يمكن أن نستنتج أن الأشعة الكونية تحتوي على بروتونات ونوى جد ثقيلة مثل البوزيتون (وهو اليكترون ذو شحنة موجبة خلافا للمعتاد) وعلى بعض أنواع الميزونات (وهي دقائق مكهربة ذات حجم أقل من حجم البروتون وبشحنة كهربائية غير محددة: (موجبة أو سلبية أو متعادلة)، ثم على «النوترينو» أو دقيقة أولية محايدة (وكتلتها أصغر من كتلة الاليكترون ألفي مرة ولها شحنة متعادلة). ويمكن للشعاع الكوني أن يلامس ذرة وينتج خلال ارتطامه بها شعاعين أو عدة أشعة كونية ثانوية، تصطدم بدورها بذرات أخرى فتتكاثر بكيفية تتبر معها وابلا من الأشعة الكونية. وبفضل تطوّر الملاحظة الفضائية والأبحاث الفضائية، فقد حققت دراسة الأشعة الكونية الواقعة في ما وراء الغلاف الجوي، تقدما هائلا، الشيء الذي ساعد العلماء على قطع أشواط هامة في ما يتعلق بمعرفة أصل وتطور وبنية الكون.

وكما سبقت الإشارة اليه، فالأشعة الكونية بالغة الاختراق الى درجة أن بعضا منها يخترق الغلاف الجوي الأرض مباشرة. وبالفعل، ففي كل يوم هناك مايزيد عن مائة الف شعاع كوني يخترق جسمنا.

في الصفحة جانبه : رسم للجو الذي تمر منه الأشعة الكونية التي ترتطم بسطح الأرض . وقد قام فيكتور هيس V. HESS بدراسة الجو بواسطة منطاد هوائي ليكتشف سنة 1910 أنه على ارتفاع 1600 متر يتضاعف الاشعاع وأنه كلما زاد الارتفاع كلما تضاعف الاشعاع .



نشاط الذرات

تكتسي الذرات الاشعاعية النشاط أهمية قصوى في مجال البحث العلمي سواء من حيث استعمالاتها أو تطبيقاتها، فقد تقدمت علوم متعددة كالزراعة والطب والجيولوجيا وغيرها بفضل استعمال الدقائق الاشعاعية النشاط. ففي ميدان الطب مثلاً، أمكنت دراسة سيرورة الهضم؛ إذ توضع كمية ضئيلة من الذرات الاشعاعية النشاط في مادة غذائية يتم بلعها، فتسهل مراقبة تنقلاتها في الجهاز الهضمي بواسطة عداد جيجر (GEIGER)، ويعمل هذا العداد بفضل خيط رهيف ممتدوسط الأنبوب معدني يحتوي على خليط غازي خاص.

ويتصل كل من الخيط والأنبوب ببطارية تولد عدة مئات الفولتات الكافية لإنتاج شرارة بين الخيط والأنبوب. وعندما تدخل دقيقة مشحونة كهربائياً إلى الأنبوب، فهي تثير هناك شرارة مما يجعل البطارية ترسل تفريغاً تيارياً يتضخم بواسطة مكبر للصوت لكي تستقبله الأذن.

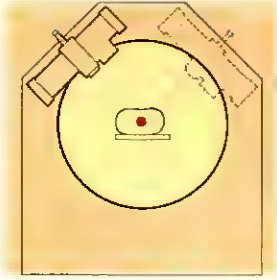
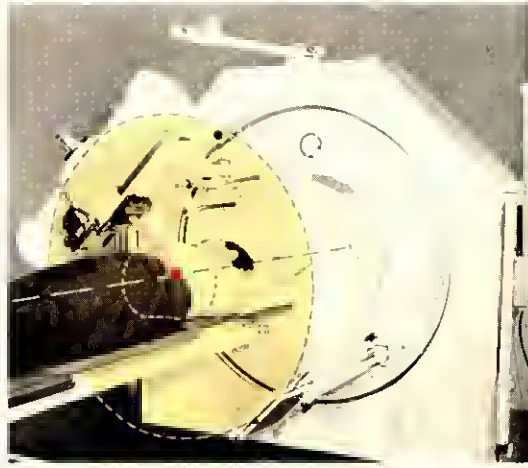
وبهذه الكيفية يمكن دراسة المواد الكيميائية المتحركة داخل الجسم. ويستعمل هذا المنهج كذلك لدراسة الدورة الدموية.

وفي الميدان التقني، يمكن تتبع سيرورة بلى عناصر محرك سيارة بجعل المكابس إشعاعية النشاط. أما في المجال الزراعي، فيمكن تحديد كمية السماد الملائمة للحصول على إنتاج جيد، وذلك بخلط قدر ضئيل من الذرات الاشعاعية النشاط بالسماد المستعمل؛ ذلك أنه عندما تنمو النباتات، يمكن استعمال عداد جيجر لقياس كمية السماد الذي امتصته.

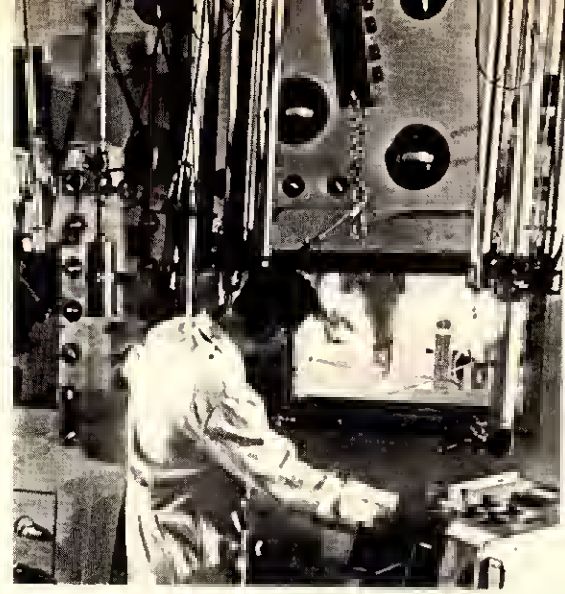
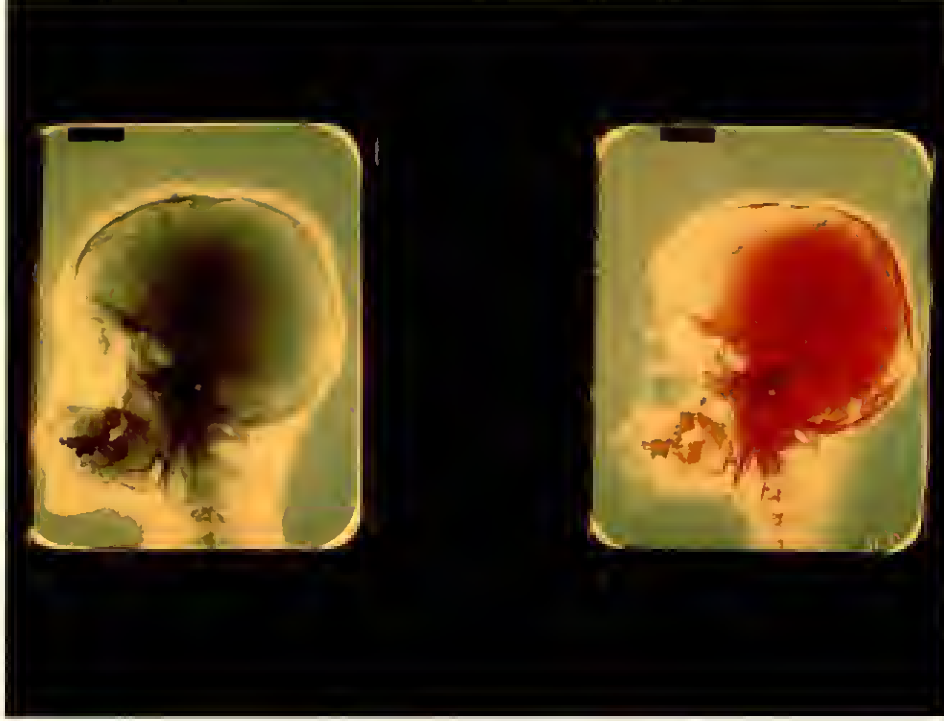
وفيما يتعلق بالنشاط الاشعاعي الطبيعي، فقد سبق أن لاحظنا أن نواة الذرات الاشعاعية النشاط تفقد نوترونين وبروتونين عند إرسالها لدقائق ألفا، مما يجعلها تغير من وزنها الذري وعددها الذري لتتحول إلى ذرة من نوع مغاير.

بعد اكتشاف إمكانيات استعمال الاشعاع، ظهرت عدة آلات تمكن من استغلاله لأغراض علمية، ومن المجالات التي استفادت من ذلك، الميدان الطبي وخاصة فيما يتعلق بالعلاج براديو الأشعة السينية. الرسم أعلاه يبين علاج ورم باطني بالاشعاع الدائر. وتمكن هذه التقنية من شع الورم بكثافة مع تخفيض الاشعاع اللاحق بالجلد والأنسجة السليمة في منطقة الإصابة.

الصورة الوسطى: عداد جيجر GEIGER لقياس النشاط الاشعاعي في الأجسام المختلفة.
الصورة جانبه: مستحجر يمكن تحديد عمره بواسطة النشاط الاشعاعي اعتماداً على نظام كربون 14.



في الخطورة عندما تكون بكمية وافرة. ففي الأماكن التي تستعمل فيها المواد الاشعاعية النشاط، يكون من اللازم لوقاية الحياة البشرية اتخاذ احتياطات صارمة لتأثيرات مصدر اشعاعي النشاط.



أعلاه : إن الاشعاعات المستعملة لمختلف الأغراض العلمية وغيرها تشكل خطرا كبيرا على الانسان ، ولذلك تتطلب معالجتها واستعمالاتها اتخاذ تدابير احتياطية ووقائية صارمة . ويستعمل الانسان الآلي للقيام بمعالجة المواد الاشعاعية النشاط بواسطة يدين على شكل ملاقط تكمل عمل يد الباحث الذي يقوم بعمله في مأمن من خطر الاشعاع .

ومعالجة الأورانيوم وعناصر أخرى ذات نشاط إشعاعي مع معرفة بالزمن اللازم لكي يتحول عنصر الى آخر ومعرفة بأن جميع العناصر تنتهي بالتحول الى رصاص، يمكن قياس عمر صخرة تحتوي على الأورانيوم انطلاقا من كمية الرصاص التي تحتوي عليها. وهذه الطريقة أمكن للجيولوجيين أن يقدروا عمر الأرض وهو 4500 مليون سنة.

وبنفس الطريقة يمكن تقدير عمر أي شيء لا يتجاوز 70.000 سنة، وذلك بقياس كمية متكافئة كربون وزنه الذري 14، لأن كربون 14 يتحول كل 5730 سنة بمقدار نصف الكمية الموجودة. ويرجع ذلك الى كون أنهدريد الكربون في الهواء يحتوي على كمية قليلة من كربون 14 تنتج عن اصطدام الأشعة الكونية بأزوت الغلاف الجوي. ونظرا لأن النباتات تمتص أنهدريد الكربون والحيوانات تتغذى بهذه النباتات، فإن جميع الكائنات الحية تتوفر على قدر معين من كربون 14. ومن ناحية أخرى، هناك دقيقة ذات منافع خاصة، وهي الالكترونات. فالتيار الكهربائي نفسه تيار من الالكترونات. وباستعمال حزمة الالكترونات عوض الضوء، يمكن تشغيل المجهر الالكتروني الذي يتميز عن المجهر العادي بقدرته على الخاز تضخيمات هائلة تمكن من تمييز الجزيئات.

الآن أشعة العناصر الاشعاعية النشاط تكون غاية

استعمالات النشاط الاشعاعي:

أعلاه : صورتان مشعاعيتان من الخاز جهاز جد معقد يعتمد على حرارة مختلف أجزاء الجسم . جانبه : تجهيز متطور للأبحاث الراديولوجية .



التفاعل المُسلسل

ما هو الانشطار الذري وكيف يتم ؟

إن الأبحاث في ميدان الفيزياء النووية ما فتئت تكتسي أهمية قصوى نظرا لما تتيحه من إنتاج للطاقة النووية.

وفي هذا المجال، هناك منحى أوليا أمكن اتباعه بفضل سيرورة الانشطار المتمثل في قبيلة النوى المستعملة للحصول على تفاعلات ناشرة للطاقة، ثم تحطيمها لتخليص الطاقة التي تربطها. ولهذا الغرض تكون النوى الأكثر ثباتا هي الأكثر ثقلا، أي العناصر ذات أكبر عدد ذري، انطلاقا من الأورانيوم.

وتتم سيرورة الانشطار على النحو التالي: فعندما يتم لمس نواة العنصر الثقيل (مثلا الأورانيوم الذي يزن 235) من قبل نوترون ويمتصه، فهو ينفلق إلى نواتين. وهكذا فحين نقوم بقنبلة كتلة أورانيوم بنوترونات، تنتج عن كتلة الأورانيوم كل تفاعلات الانشطار الممكنة المرفوعة بإنتاج متكافئات النوى ذات الوزن الذري المتوسط. وبعد ذلك، تستعمل النوترونات المُخلَّصة بالتعاقب، بدورها

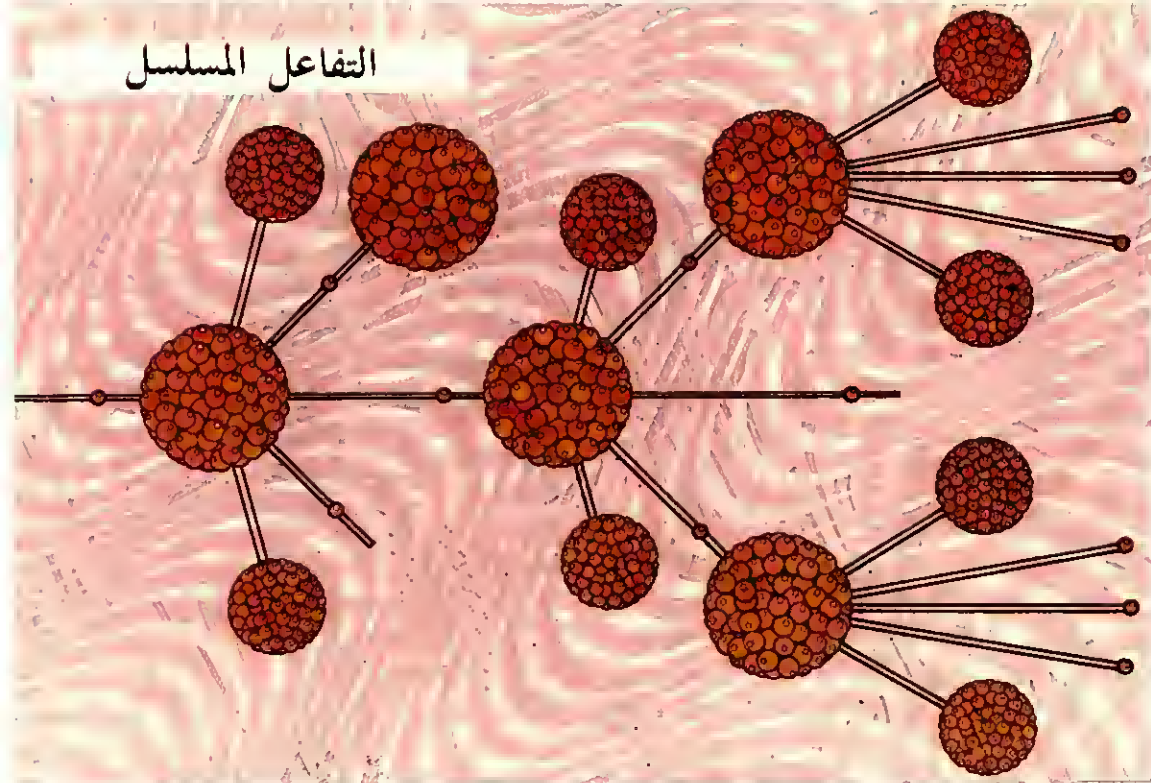
كآلية تمكن التفاعل من الانتشار في جميع النوى. وذلك ما يعرف بالتفاعل المسلسل.

وقد اكتشفت هذه الظاهرة على يد ف. جوليو كوري (F.Joliot-Curie) سنة 1939، عندما أدرك وهو يقوم بفلق نواة الأورانيوم، بأن الانشطار لا ينحصر فقط عند انفلاق النواة إلى جزئين، ولكنه كذلك يُخلَّص نوترونين أو ثلاثة بإمكان كل نوترون منها أن يثير انشطار نوى أورانيوم أخرى وهكذا دواليك إلى أن تصبح جميع النوى منشقة. وهكذا فتسمية الظاهرة بالتفاعل المسلسل

ف. جوليو - كوري F. Joliot-Curie (أسفله صفحة إيرين) مكش التفاعل المسلسل سنة 1939 .

أسفله : رسم بياني لتفاعل مسلسل يتم بقنبلة كتلة من الأورانيوم بواسطة نوترونات فتفلق بذلك نوترونات أخرى لتواصل الانشطار على كتل أخرى من الأورانيوم . ولهذا السبب تسمى الظاهرة بالتفاعل المسلسل .

التفاعل المسلسل



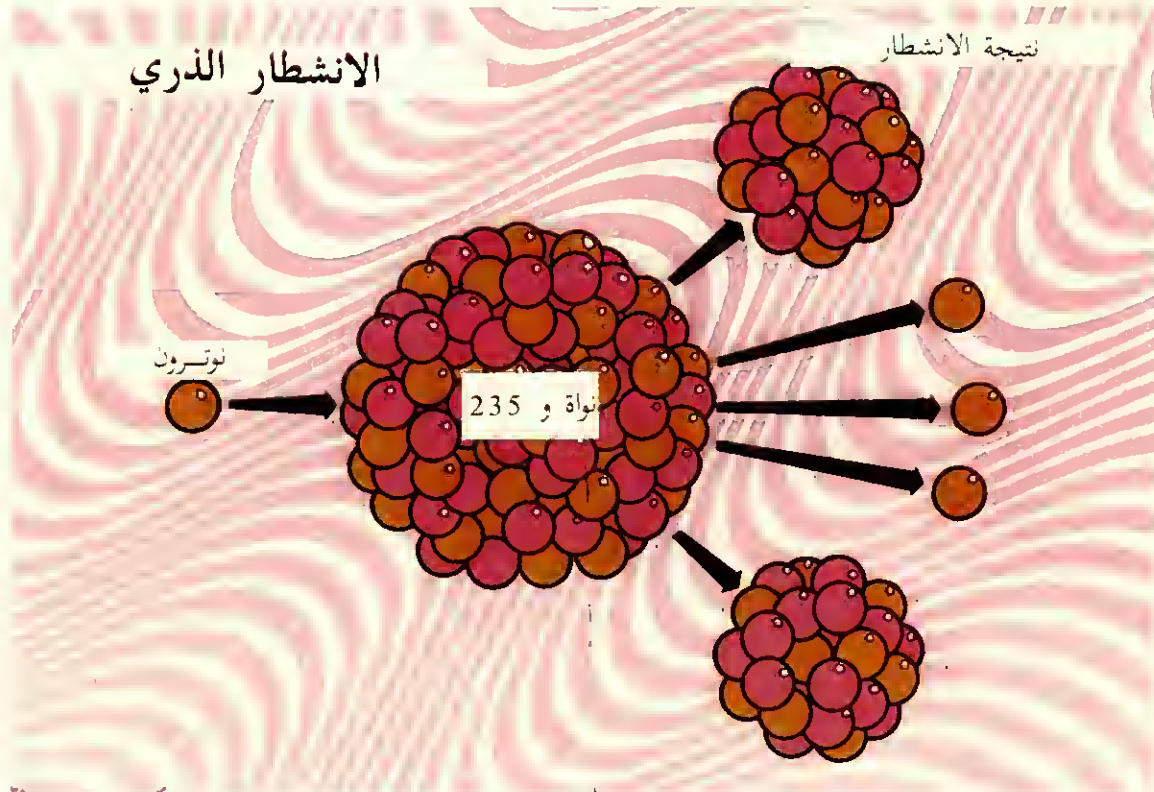
فريدريك وإيرين جوليو - كوري

ماعى أهمية الاورانيوم في التفاعل
المسلسل ؟

تفسّر بكون الانشطارات تتم بالتتابع، الواحد تلو الآخر. وعليه، فانطلاقاً من نوترون أولي واحد، يمكن تشطير ما نحتاجه من ذرات الاورانيوم. ولتحقيق انشطار كميات كبيرة من الاورانيوم، يستعمل جهاز خاص يعرف بالمفاعل النووي. ويرجع الفضل في اكتشاف الانشطار النووي الى أعمال العالم الألماني أوتو هاهن (Otto HAHN)، الذي اعتمد على التجارب السابقة ليفيرمي (FERMI) للحصول على ذرات أثقل من الأورانيوم. ومع هذا الاكتشاف أمكن إدراك الكمية الهائلة من الطاقة الحرارية المحررة، والتي لم يسبق أن لوحظت من قبل، ولأخذ فكرة عن هذه الكمية الطاقية، نذكر بأن غراماً واحداً من الاورانيوم 235 ينتج من الطاقة ما يفوق بكثير ما ينتجه مقدار طنين من الفحم، هذا إضافة الى التكلفة المنخفضة. ومع انشطار الاورانيوم، أمكن استغلال مصدر طاقي أقل تكلفة من الفحم. وفيما بعد مكن اكتشاف التفاعل المسلسل، من إزالة آخر حاجز كان يتمثل في التكلفة الباهضة للنوترونات اللازمة لاثارة الانشطار. وبفضل سيرورة الانشطار، اكتسى الاورانيوم



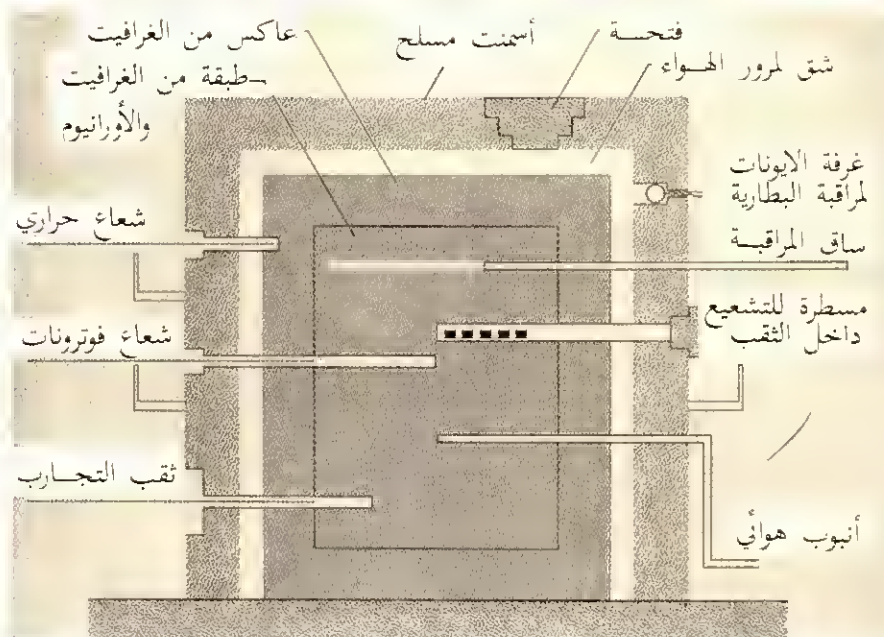
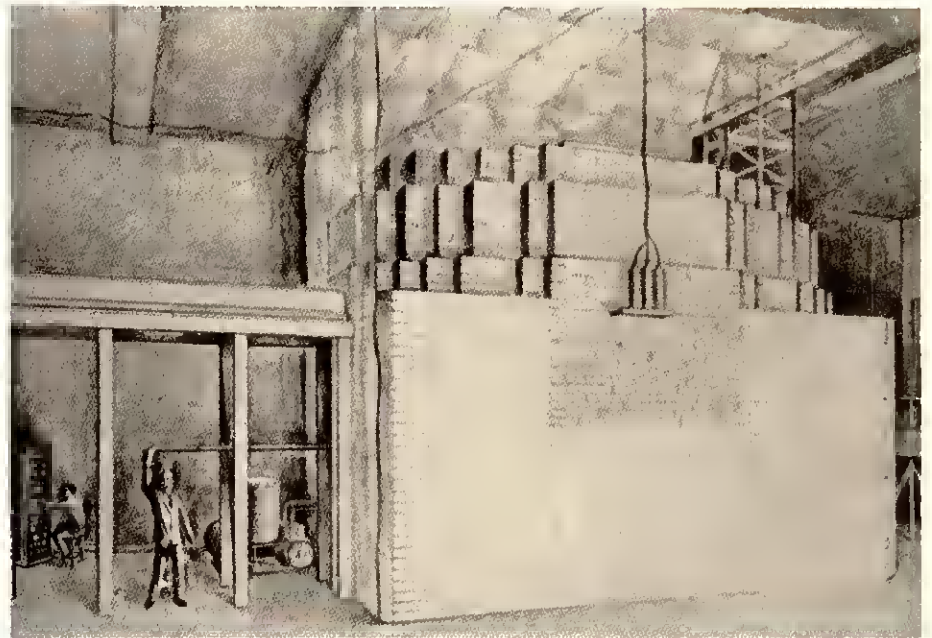
أعلاه هنري فيرمي H. FERMI عالم إيطالي يعد رائد الفيزياء النووية، ويرجع إليه الفضل في حل مسألة أورانيوم 238 الذي كان يوقف التفاعل المسلسل في ذرات أورانيوم 235 فقد وضع الأورانيوم بين كتلتين من الغرافيت الذي يمنع أورانيوم 238 من امتصاص النوترونات المتحركة.



ماهي مخاطر التفاعل المسلسل ؟

كيف يتم الالتحام الذري ؟

أهمية قصوى في ميدان التفاعلات النووية المسلسلة. وقد تم اكتشافه سنة 1789. والاورانيوم الطبيعي خليط من ثلاث متكافئات كلها اشعاعية النشاط وهي الـ 234 و الـ 235 ثم الـ 238. ويمثل فيه المتكافء الـ 238 نسبة 99,27 بالمئة منه بينما لا يمثل كل من الـ 235 والـ 234 سوى نسبتي 0,71% و 0,006% على التوالي. إلا أن الانشطار لا يحدث سوى في الـ 235 في حين يقوم الـ 238 بامتصاص النوترونات السريعة دون إثارة أي انشطار كما يوقف التفاعلات المسلسلة في ذرات أورانيوم 235. وقد توصل إينريكو فيرمي (E. FERMI) الى حلّ المشكل بوضع الـ 235 بين كتلتين من الغرافيت. ذلك أن تواجد ذرات الغرافيت يجعل النوترونات المتحركة بفعل الانشطار تخفّض من سرعتها،



حيث يصبح الـ 235 في كتلة الـ 238 عازجا عن امتصاصها. ثم بعد ذلك تدخل في كتلة الـ 235 الموائية لتصير قابلة لتشطير اورانيوم 235. ورغم حضور هذا المعدل المتمثل في كتلة الغرافيت التي تقلص سرعة النوترونات، فإن بعض النوترونات مع ذلك تتعرض للامتصاص من قبل اورانيوم 239 مؤلدة بذلك الـ 239 الذي يرسل دقيقتين من نوع بيتا ثم يتحوّل الى عنصر جديد وهو البلوتونيوم، وهو عنصر جدّ نافع لكونه قابلا للانشطار والاستعمال كمحروق. ولا يوجد البلوتونيوم على حالته الطبيعية، ولكنه يصنع في مفاعلات نووية. ويستعمل الانشطار المسلسل في ميدانين على الخصوص وهما انتاج الطاقة المتواصلة لأغراض صناعية وخاصة لتشغيل المحركات ثم انتاج التفاعلات المتفجرة كالقنبلة الذرية مثلا.

التحام وتركيب النوى

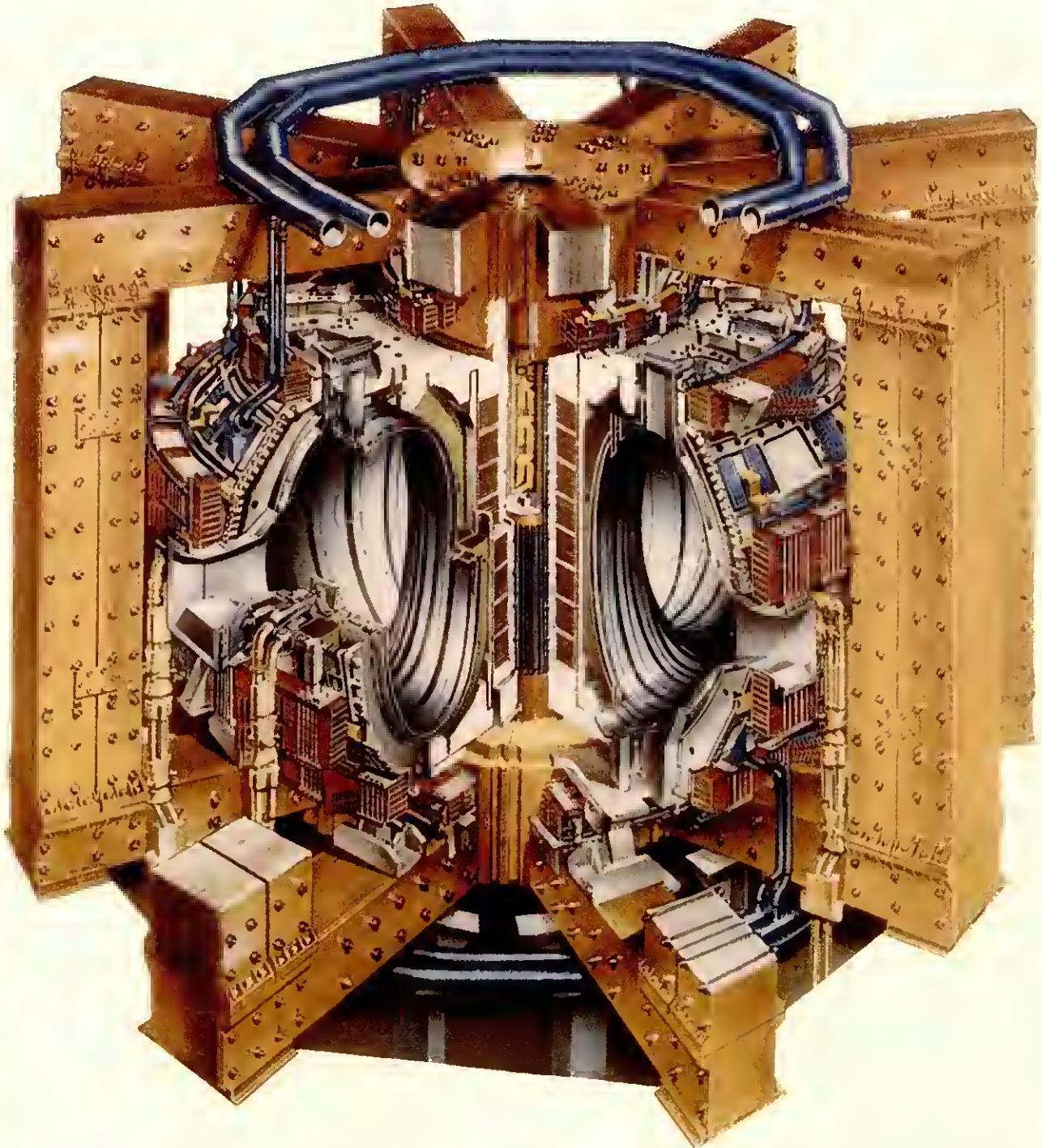
في سنة 1905، اكتشف اينشتاين أن الشيء يكون أكثر ثقلا عندما يكون حاراً مما هو عليه عندما يكون بارداً، وإذا أمكن تحطيم جزء من المادة وتحويل كل وزنها إلى حرارة، فسوف يتم الحصول على كميات هائلة من الحرارة، وهكذا فبضع غرامات من المادة كافية لإرسال نفس الحرارة التي تصدرها ملايين الأطنان من الفحم، وانطلاقاً من هذا المبدأ، يمكن نظرياً تخيل الكمية المذهلة من الحرارة التي يستطيع مفاعل نووي انتاجها. وقد رأينا سابقاً أن انشطار ذرات ثقيلة مثل اورانيوم 235 او بلوتونيوم 239 يمكن من انتاج كمية أكبر بكثير مما ينتجه ذوبان نوى خفيفة كنوى الهيدروجين او الديوتيريوم (وهو الهيدروجين الثقيل وعدده الذري : 2) او الهيليوم، وتعرف هذه السيرة بالالتحام الذري، ومن الصعوبة بمكان صهر نواتين بالمقارنة مع سهولة تحطيم إحداهما، لأنهما تتوقران على شحنة موجبة وتميلان إلى التنافر، وهكذا فلا بد من جعلهما تصطدمان بسرعة فائقة للحيلولة دون تنافرها، وأبسط طريقة لتحقيق ذلك هي تسخينهما عند درجات حرارية جدّ

أول تفاعل نووي مسلسل مضبوط تمت تجربته في شيكاغو تحت إشراف فيرمي FERMI بتاريخ 2 دجنبر 1942، وهو نظام من الأورانيوم والغرافيت المعروف بالبطارية. أسفله : مظهر باطني للبطارية التجريبية، ويتكون قلبها من الأورانيوم والغرافيت كما يبدو في الرسم. والتفاعل داخل البطارية معزول بجدار سميك من الأسمنت المسلح ونظام تبريد بالهواء.

ماهو الديتريوم ؟

مرتفعة، إذ لابد أن تفوق هذه الحرارة عشرين مليون درجة لكي تنتقل النوى بمافيه الكفاية لجعلها تنصهر. وعند هذه الدرجة الحرارية، لم تعد هناك حاجة للمزيد منها لأن الالتحام نفسه كفيل بإنتاج ما يكفي من الحرارة للحفاظ على الدرجة الحرارية اللازمة، إلى أن تنصهر جميع الذرات. وهذه الحرارة لا توجد على الأرض باستثناء

أسفله . رسم بياني لـ « جيت » JET = JOINT EUROPEAN TORS وهو مفاعل نووي من إنجاز المجموعة الأوروبية في بريطانيا . ويتعلق الأمر بجهاز ذي حقل مغناطيسي يجري داخله الديوتيريوم بسرعة فائقة على شكل غاز مؤين .



قنابل الاورانيوم. أما في مركز الشمس حيث تبلغ الحرارة عدة ملايين الدرجات، فيمكن الاعتقاد أن الحرارة التي يرسلها هذا الكوكب تثيرها تفاعلات نووية (نووية حرارية).

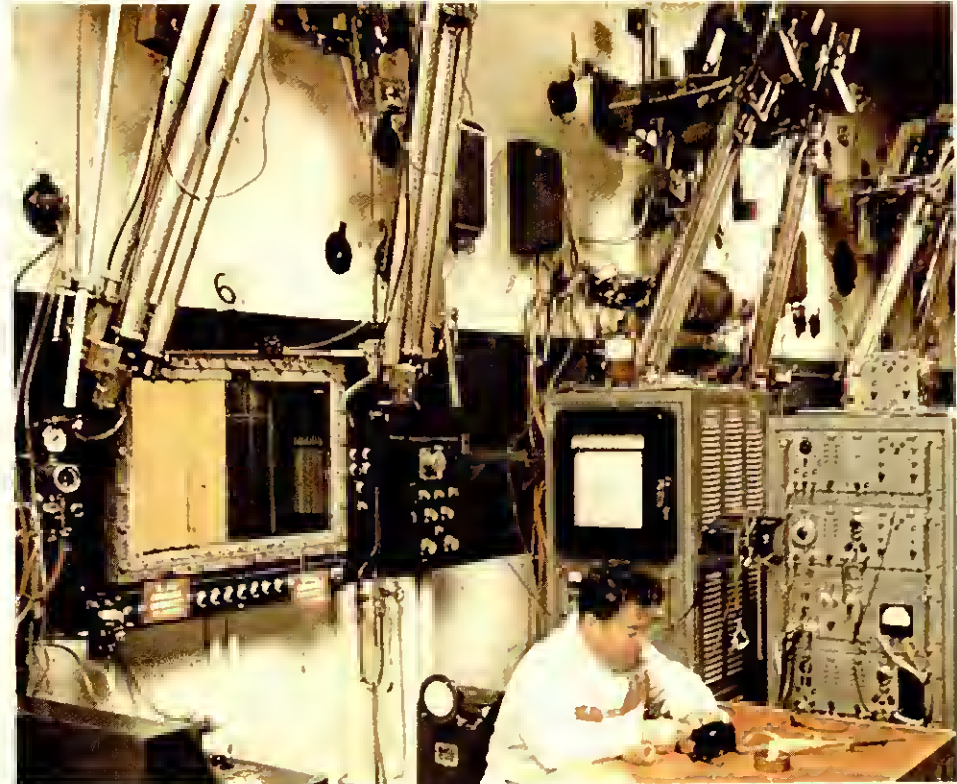
ويتميز الالتحام عن الانشطار بفعالياته القصوى في إنتاج الحرارة، من ذلك أن الأرض لا تتوفر على مخزونات كبيرة من الأورانيوم، وبلا استمرار في استعمال هذا العنصر النادر سوف ينفذ على أمد متوسط يتراوح ما بين مائة ومائتي سنة؛ وبالمقابل فكمية الدوتيريوم الموجودة في البحار هائلة وبإمكانها أن تسد الحاجة إلى الطاقة لمدة



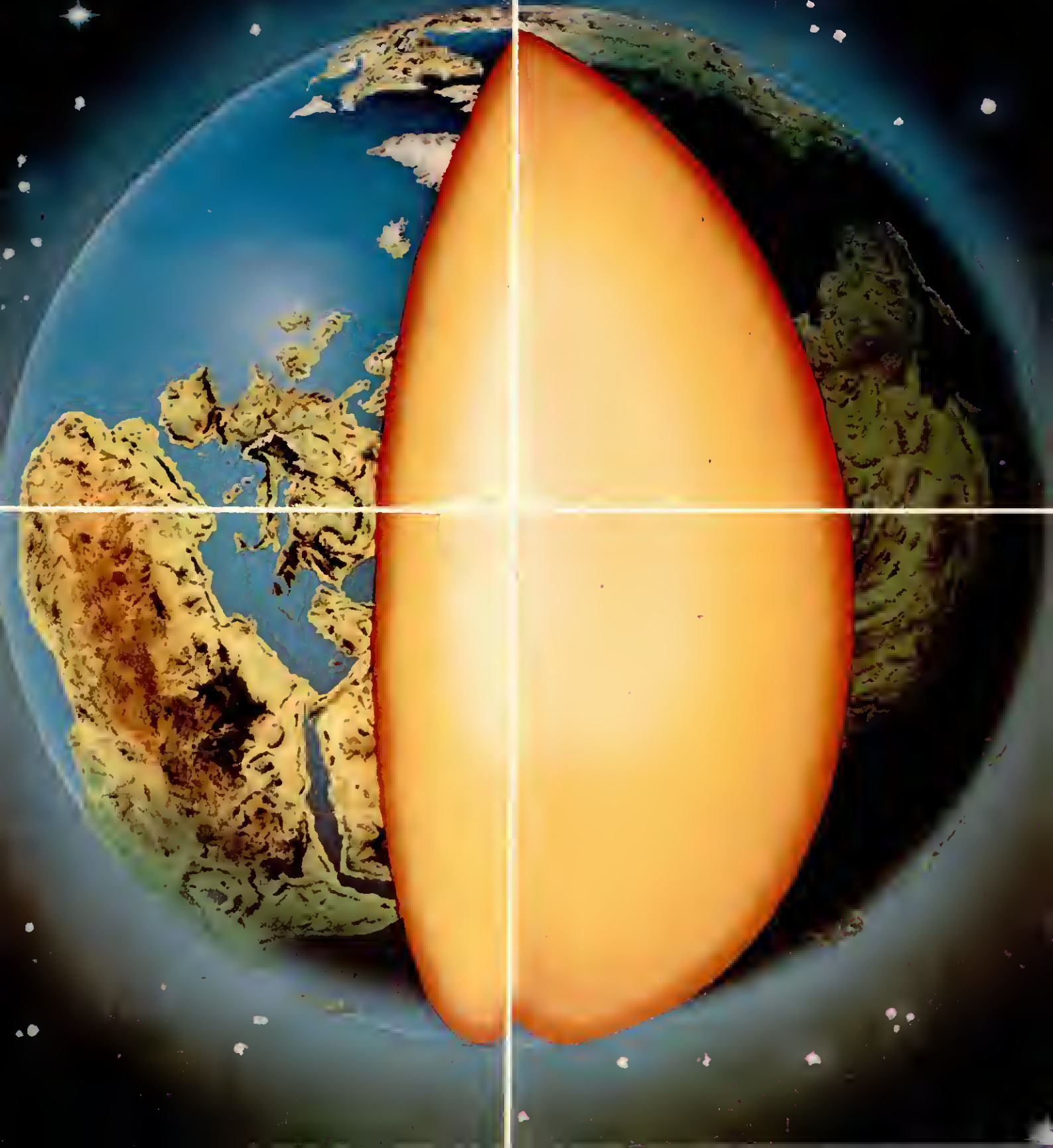
مليار سنة، ومن جهة أخرى فتكلفة الأورانيوم والدوتيريوم متساويتان، كما أن خطر الاشعاعات منخفض في سيرورة الالتحام بينما الشظايا الصادرة عن سيرورة الانشطار ذات نشاط اشعاعي قوي مما يضاعف من خطورتها. وفي الوقت الراهن يمكن إنتاج درجات الحرارة البالغة الارتفاع واللازمة للالتحام باستعمال شرارة كهربائية تُقحم في الغاز المؤين (أو البلازما). المحتوى في أنبوب خاص. إلا أنه لا بد من التمكن من الاحتفاظ بالغاز المسخن بعيداً عن جدران الأنبوب؛ لأن ملامسته إيها يجعل الحرارة المرتفعة تكسر الأنبوب مما يبرد الغاز، وفي هذا المجال يتم دراسة الحقول المغناطيسية لتفادي تماس البلازما وجدران الأنبوب.

غير أنه من الواضح أن كلّ الانجازات النظرية منها والتطبيقية الخاصة بالالتحام لم تحقق بعد استعمالاً سلمياً لهذه الطاقة الخائلة، وما زال البحث قائماً كذلك لاستغلال الطاقة التي ترسلها التفاعلات النووية لأغراض سلمية.

- الصورة 1 : ألبر اينشتاين وايند نظرية النسبية أحرز على جائزة نوبل سنة 1921 .
- الصورة 2 : مركز الأبحاث الذرية في ساكلاي ويظهر مختبر لدراسة المخروقات الاشعاعية .
- الصورة 3 : سحابة ذرية (فطر نووي) ، ويتعلق الأمر هنا بانفجار تجريبي في الولايات المتحدة (1945) .



الأرض وطاقاتها



المصادر المائية

لماذا لا نستعمل سوى جزء من ماء الأرض ؟

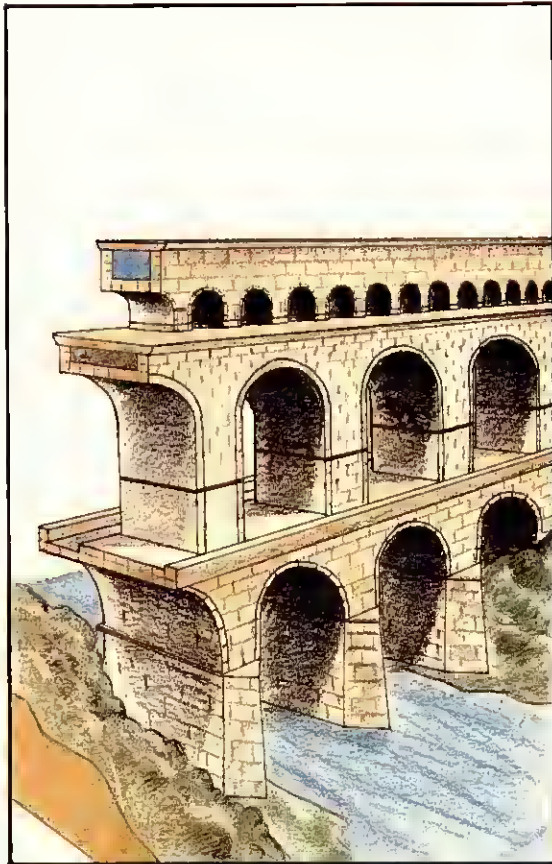
إن على الإنسانية في العصر الراهن أن تعمل على تحقيق ما من شأنه مساعدتها على مواجهة ثلة من المشاكل التي تهدد حياة البشرية في العصور اللاحقة، ومنها على الخصوص مشكلة التوزيع المتكافئ للمواد الغذائية، والانفجار الديموغرافي في المدن، وتلوث الهواء ثم بالدرجة الأولى مشكل الماء. هذا العنصر الثمين الذي تقوم عليه كل من الصناعة والزراعة والحياة البشرية والحيوانية وغيرها، مما يفرض اقامة سياسات معقنة للحفاظ عليه واستغلاله بكيفية ملائمة وفعالة.

وكوكينا غني جداً بالماء، ألا أنه، كما هو معلوم، فكل ما يتوفر عليه لا يصلح كله للاستعمال. فمياه المحيطات والبحار وبعض البحيرات الممتلئة بالمعادن والاملاح وغيرها من المواد الكيماوية، كلها محدودة الاستعمال. كما أن الجبال والقفن القطبية تمثل مخزونات وافرة من المياه العذبة إلا أن استغلالها يتطلب تكاليف

باهضة مما يجعلها غير نافعة. أما في باطن الأرض فهناك كميات كبيرة من الماء تتوزع بين المناطق الخضراء والمناطق الصحراوية نفسها. وقبل سنين كان الاعتقاد سائداً أن كل هذه المخزونات من الماء غير محدودة ولن تنضب أبداً، إلا أن الدراسات المتخصصة ما لبثت أن أثبتت أن ذلك مجرد وهم واه، لأن الاستهلاك المتزايد من الماء ما فتى يقلص فعلا من هذه الكميات المخزونة منه بشكل صارخ. ويتم أكبر قسط من الاستهلاك في الميدان الصناعي وخاصة ما يتعلق بإنتاج الكهرباء والفولاذ

من بين أقدم أنظمة جلب الماء الأنابيب والقنوات التي اخترعها الرومان. فقد كانت القنوات تنقل الماء إلى روما وإلى خارج إيطاليا.

في الصورة والرسم قنطرة غارد على نهر الرون بفرنسا وطولها 274 مترا ونلاحظ تنوع الأقواس.



كيف يجلب الماء بكميات وافرة ؟

الانشطة تؤدي إلى تلوث مفرط للأنهار بقذفها بما تلطفه من نفايات وبقايا. وهذا التلوث يجعل عدداً كبيراً من المصادر المائية السطحية منها والباطنية غير قابلة للاستعمال، مما يؤدي إلى تبذير مهول تتهدد عواقبه البشرية جمعاء.

ولتفادي الخسائر التي قد تنجم عن نقص في المياه لابد من وضع سياسات محكمة وصارمة للتحكم في أساليب المحافظة على أكبر رصيد من المياه. إذ يجب اختراع وسائل جديدة كفيلة بجمع وتخزين أكبر كمية من المياه العذبة مع تطوير لآليات تحلية مياه البحار بأقل تكلفة مما هي عليه حالياً، ثم تطوير أساليب تصفية المياه الملوثة. وهناك العديد من الوسائل والامكانيات المتوفرة في هذا المجال نذكر منها ما يلي:

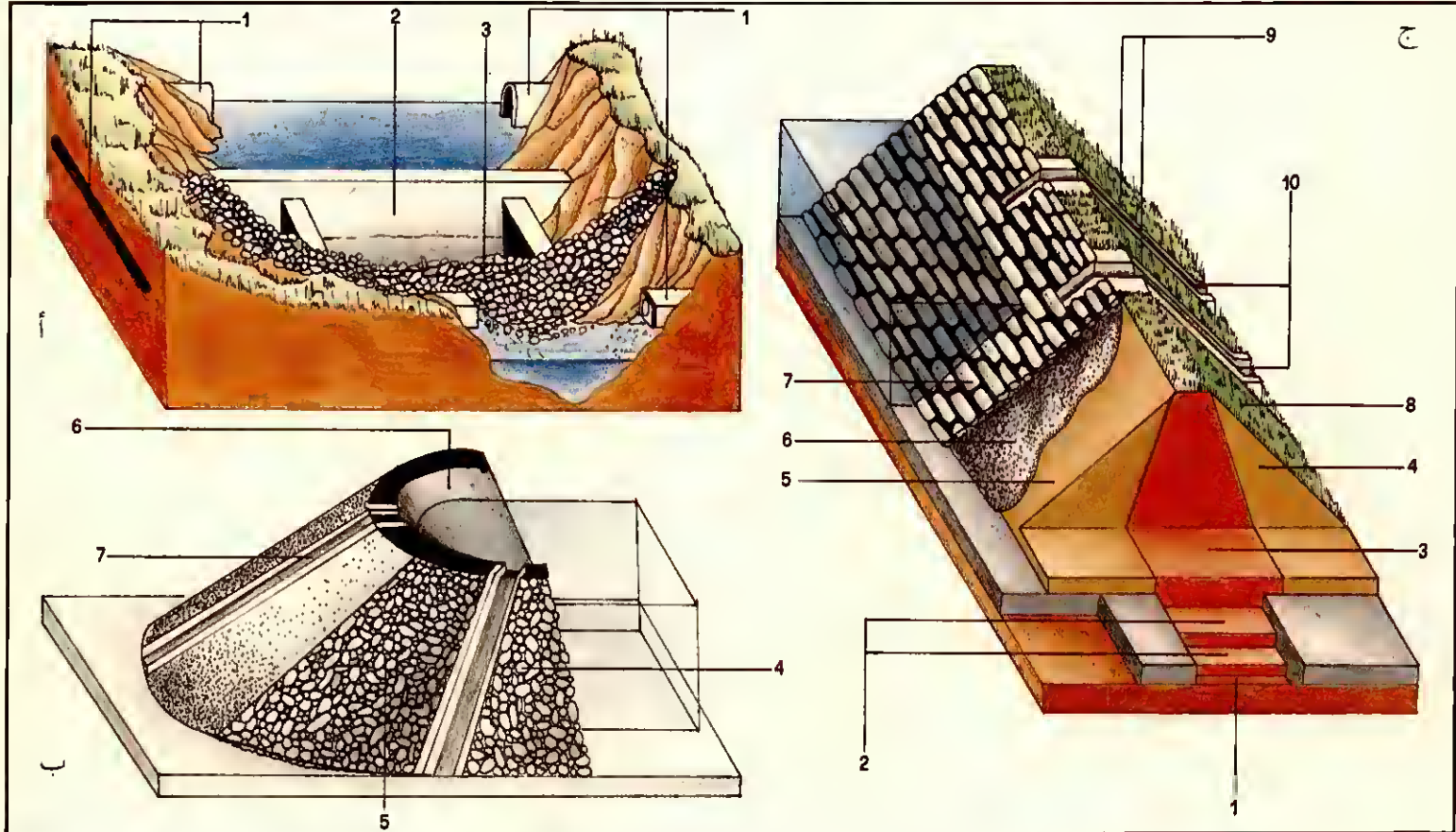
فالسدود التي تقام على طول مجاري الأنهار معدة لحزن المياه خلال فترات الفيضان، لاستعمالها فيما بعد خلال فترات الجفاف، وهي تمثل بذلك خزانات مائية جد نافعة. ويتطلب بناء سد توفر بعض الظروف الخاصة، مثل كمية التساقطات التي يستقبلها النهر ثم الدراسة الدقيقة للتربة والصخور لمعرفة مدى قدرتها على تحمل الضغط القوي الذي سوف يثيره تجمع المياه. وتعرف هذه السدود بسدود الحزن وهي تبنى إما بالأسمنت المسلح أو بالحجارة أو الحصى. وهناك أيضاً أنواع أخرى من السدود ومنها السدود الفائضة التي تفيض خلال فترات الفيضان دون

والورق وتكرير النفط إضافة إلى الصناعات المنزلية والفلاحية. لأن هذه الأنشطة كلها تتطلب كميات من الماء لا تكف عن الارتفاع يوماً عن يوم، لأغراض مختلفة كالتبريد وإنتاج البخار والنقل والتنظيف وغير ذلك من الحاجيات، من جهة، ومن جهة أخرى لأن هذه

في الهامش : قناة حديثة بإيطاليا .

أسفله : رسوم تخطيطية لبناء السدود .

أ - لتشييد سد ، لابد قبل كل شيء من تحويل مجرى النهر . وبعد ذلك يبنى دهليز (1) يمر منه الماء المحرف عن اتجاهه بواسطة سد مؤقت (2) ، وفي سافلتة يمكن القيام بالأشغال اللازمة . ويظهر المجال الصخري (4) لهذا السد على شكل معلق . (ب) : على المنحدر (4) في الجانب الآخر توضع طبقة من الحصى (5) وتلبس كتيم (6) . وفي السافلة يتم حفر قناة تفريغ (7) . وهناك مصب صخري مصون من التسريبات المحتملة . ج : سد من طين : يتم الحفر إلى غاية الوصول إلى طبقة صخرية كثيفة فتحفر بدورها (1) وتملأ بالمواد العقيدة (3) في حين يبنى باقي السد بطبقات من الطين العادي (4) . ويغطي المنحدر (5) بالحصى (6) والحجارة (7) تفادياً للحد . وفي السافلة (8) يغطي بالنباتات (9) ثم تقام قناة تفريغ (10) في المنحدر لتمكين الماء من السيالان .



كيف تعمل السدود ؟

ماهو دور الآبار الأرتوازية ؟

أن تلحق بها خسائر، ثم السدود المتحركة المستعملة لضبط مستوى الماء أو صرفه أو لإنشاء خزان للماء لسقي الحقول أو للاستغلال الهيدروكهربائي. وتبنى السدود المتحركة بواسطة مجموعة من الألواح الخشبية الموضوعة عمودياً والتي تعرف عادة بالهوائس، ويمكن للماء المجمع في هذه الأحواض أن ينقل إلى مسافات بعيدة بواسطة أنظمة من القنوات.

وكما أشرنا إلى ذلك، ففي الصحاري نفسها توجد مخزونات مائية تتجلى بعض مظاهرها في الواحات، فالماء الذي يتسلل ويصفى عبر طبقات التربة ينزل إلى باطن الأرض إلى أن يجد هناك طبقة صخرية عقيدة توقفه عن التسلل والنزول، مما يشكل ضللاً أو حوضاً جوفياً تتجمع فيه المياه، وعندما يتم تحديد نقط هذه المياه الجوفية يمكن القيام بعمليات تنقيب أو حفر آبار لجلب الماء إلى السطح، وإذا كان الماء محصوراً بين طبقتين صخريتين كائنتين، فبواسطة حفر ثقب يمكن جلب الماء إلى السطح وفق مبدأ الأواني المستطرقة، وذلك ما يعرف بالآبار الأرتوازية.

ومن المعلوم أن الماء المخزون في السدود والمستجلب من الآبار أو من الأنهار لا يمكن استعماله مباشرة لكونه يحتوي على مواد قد تكون مضرّة بصحة الإنسان، ولذلك لا بد من تصفيتها وجعلها صالحة للشرب. وهناك أساليب متطورة لتصفية الماء وتطهيره وتمثل في تجميعه في خزانات كبيرة لجعل أكبر كمية من التلوث تترسب في القعر ثم بعد ذلك تتم إبادة البقايا الدقيقة عن طريق التصفية من خلال الحصى والرمل ليعالج الماء في المرحلة الأخيرة بواسطة الكلور. أما فيما يخص المياه البحرية، فالمسألة تتعلق بالأساس بتخفيف تكلفة التحلية التي مازالت في الوقت الراهن جد باهظة. وتمثل عملية التحلية في فصل الأملاح عن الماء أي بتحويلها من مياه



أعلاه : منشأة لتحلية مياه البحر بإيطاليا .

غير صالحة للشرب إلى شروبة وصالحة للسقي على غرار المياه العذبة. ومن أبسط الأساليب في هذا المجال التحلية بالتسخين، ذلك أن المياه البحرية تجمع في أحواض ضخمة حيث تتعرض إلى الغليان، وتسخين الماء المالح يصبح أخف وزناً ويصعد على شكل بخار سرعان ما يتكثف ويتسبّل بلامسته للهواء. ويبقى جزء من الماء المحتوي على تركيز ملحيّ قوي، في قعر الحوض، وهو ما يُعرف بالمتلحّ إذ يستعمل لصناعة ملح الطبخ. ومن الناحية العملية فهذه العملية محاكاة لظاهرة طبيعية. وقد رأينا سابقاً (الجزء الخامس من الموسوعة) أن درجة ملوحة البحر تتفاوت حسب درجة التبخر الذي تثيره حرارة الشمس. وهذا البخار الذي يتكثف على شكل سحب، يعود إلى الأرض على شكل مطر، وهو كما هو معلوم عبارة عن ماء عذب.

وهناك أسلوب آخر يعرف بالتناضح العكسي أو الارتشاح الغشائي، وهو قائم على كون سائلين مختلفي التركيز منفصلين بواسطة غشاء، إذ يحدث انتقال مركبات الخلول الأكثر شحونة إلى المركبات الأكثر كثافة، الشيء الذي يوازن بين المحلولين. فإذا كان السائلان متمثلين في الماء والماء المالح، فبعد مدة زمنية يكونان معاً على نفس درجة الملوحة وهذا هو التناضح، وبالمقابل، إذا تمت ممارسة ضغط قوي على السائل المالح، فسنحصل على كمية معينة من الماء العذب الذي ينفذ من خلال الغشاء إلى الحوض الآخر وذلك هو التناضح العكسي أو الغشائي. ويكون الضغط الذي تتم ممارسته مرهوناً بدرجة ملوحة الماء ودرجة كثافة الغشاء والصفاء الذي يراود الحصول عليه. ويستعمل هذا الأسلوب بالإضافة إلى تحلية مياه البحر، في تصفية وتغيير مياه التصريف الجارية.

على الهامش : هويس قناة . ونلاحظ القنطرة التي ترتفع لتسمح بمرور السفن .

جانبه : خزانات للماء الشروب بعد تحليته (الكويت) .

استغلال البحار

كيف تتم تنقية مياه البحر؟

ماهي كرة الاعماق وما استعمالها؟

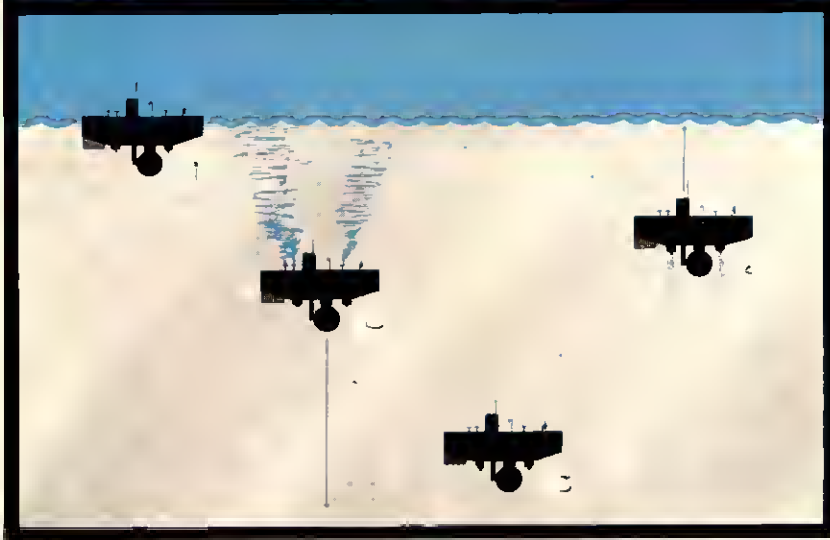
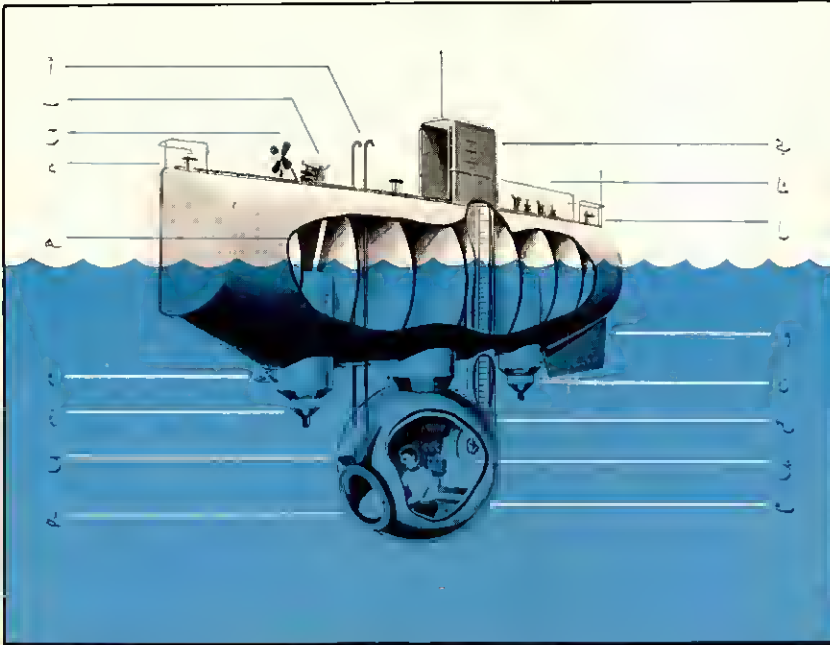
الدراسات بواسطة بواخر محيطية مجهزة بأحدث آلات ومعدات قياس الجاذبية والمغناطيسية والأعماق البحرية وشدة التيارات وغير ذلك من الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبحار. وتجري الأبحاث المحيطية حسب توجهات مقننة تهدف الى دراسة وتحليل الخصائص الآلية والفيزيائية والكيميائية والهيدرولوجية للبحر، ومنها مثلاً التيارات ودرجة الحرارة والملوحة والتركيب الكيميائي وغير ذلك من الظواهر البيولوجية المتعلقة بحياة الأجسام وسط الماء والظواهر الجيولوجية الخاصة بطبيعة اعماق وقعر المحيطات. ويتم مثل هذه الدراسات على المستوى النظري المحض وكذلك بهدف استغلال الخيرات الوفيرة التي تختزنها البحار، ذلك أن البحار تحتوي بالإضافة إلى الأملاح، جميع أنواع المعادن والمواد النفيسة ومن بينها

إن الدراسات المتعلقة بالبحار والمحيطات والمعروفة بعلم المحيطات ما فتئت تتطور وتكتسي أهمية قصوى بفضل التقنيات والاساليب العلمية الحديثة. وقد اهتم الانسان بالبحار منذ أقدم العصور لكن عوائق كثيرة كانت تحول بينه وبين سبر أغوارها ومعرفة أسرار قيعانها، وكانت هناك محاولات كثيرة لتخطي تلك العراقيل، ومن أهمها انجازات أوغست بيكار (A. PICARD)، الذي دشن عهداً جديداً في تاريخ دراسة الاعماق البحرية وبيكار عالم سويسري قام باختراع «الباتيسكاف» سنة 1960 ووصل به إلى غاية قعر حفرة ماريان التي يبلغ عمقها 11,500 متراً. وفي الوقت الراهن تقام مثل هذه

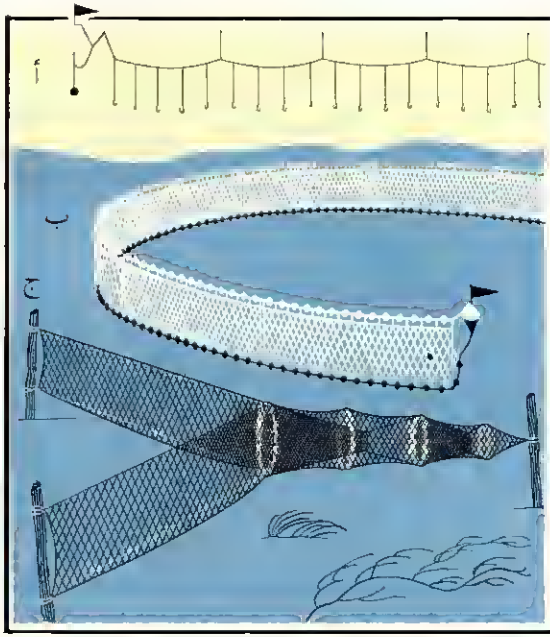
أسفله : ستار II ، وهو غواصة فردية تستعمل للاستكشافات المحدودة .

جانبه : أعلى : غواصة فردية تصل الى عمق حوالي 10.000 متر : أ . انبوب التنفس ، ب . مغنطيسات الفصل ؛ ج . مروحة ؛ د . صمامة تفريغ الهواء ؛ هـ . خزانات الوقود ؛ و . مصابيح كاشفة ؛ ز . صندوق الصابورة ؛ مصباح كاشف ؛ ح . نافذة ؛ ط . منخل الولوج ؛ ي . مغنطيسات الفصل والتوقيف ؛ ك . صمام لتفريغ الهواء ل . سَكَّان م . صندوق الصابورة ؛ ن . منخل ؛ س . ثقب الراكب ؛ ع . غرفة فولاذية للمراقبة .

أسفل : رسم بياني لعمل الغواصة الفردية . أ . طفو على سطح الماء ؛ ب . للغوص ، يطلق البنزين تدريجياً ؛ ج . تهبط الغواصة بانتظام فينفذ ماء البحر الى العوامة ؛ د . عند رمي الصابورة تصعد الغواصة من جديد الى السطح .



كيف تربي الاسماك في الأحواض ؟



كميات هائلة من الذهب والفضة. كما أن استخراج النفط والغاز الطبيعي والمغنيسيوم والبروم من البحر قد بلغ تخالفاً درجات قصوى من التقدم ومازالت الأبحاث جارية لانجاز وسائل لاستخراج المنغنيز.

وإضافة إلى كل هذا ، فالبحر يشكل مخزوناً غذائياً هاماً لما يحتويه من ثروات سمكية. ومن المعلوم أن السمك يشتمل على موادّ بروتينية ودهنية وفوسفورية مكتملة لتغذية الإنسان، وهو فضلاً عن ذلك يلعب دوراً أساسياً في اقتصاد وتغذية بعض الشعوب.

وكما هو الشأن بالنسبة للكائنات الأرضية، فحيوانات ونباتات البحار تتوزع بأشكال مختلفة حسب المناطق الملائمة لحياة كل صنف، وهكذا فالاسماك توجد في المناطق ذات الظروف الطبيعية الأكثر ملاءمة ومنها المناطق الساحلية حيث يكثر العلق وهو غذاء بعض اصناف الأسماك، ومن الناحية الاقتصادية، فقد تطورت أساليب الصيد البحري بصناعة بواخر الصيد المجهزة بآلات للتبريد والتجميد وحفظ السمك طويلاً مدة طويلة، مما ساعد على الصيد في عرض البحار وجعل هذا النشاط الذي كان من قبل تقليدياً، من القطاعات الصناعية الضخمة. وقد تضاعفت بذلك كميات الاسماك التي يتم صيدها كل سنة. ويعد هذا النوع من الاستغلال المكثف لثروات البحار عاملاً يمسّ بنية وتطور الأنظمة البيئية البحرية ويحول دون إعادة إنشاء مجالاتها الحيوية مما يقلص



أساليب الصيد البحري : الصنوبر أو القصبه النائمة (أ) وهي قصبه طويلة مزودة بمجموعة من الصنارات تنزل الى قعر البحر ، وتبقى شبكة طويلة (ب) معلقة في الماء بواسطة عوامات . وتوضع هذه الشبكة عادة في مياه السواحل القليلة العمق حيث تلقي بها مراكب الصيد أو ينقلها الصيادون الى هناك . بعد ذلك يتم تقريب طرفي الشبكة من بعضهما بجرّ الشبكة نحو الشاطئ . والشبكة القُصْمية (ج) عبارة عن نظام معقد يتكوّن من شبك متعددة ومتباينة ترتب على شكل قمع يحول دون افلات الاسماك .

تدريجياً من مخزونات السمك في مختلف البحار والمحيطات، ولتفادي هذا المشكل البيئي والاقتصادي لابد من تطوير بعض التقنيات الحديثة لمضاعفة انتاج الاسماك والمحافظة على سلامة العالم البحري، ومن هذه الاساليب المتطورة تربية الأسماك في احواض خاصة لتحقيق تكاثرها بطرق علمية بحيث يمكن التحكم في انواعها وكمياتها كما هو الشأن بالنسبة لتربية الدجاج وتربيته اصطناعياً.

الصورة أعلاه : البواخر - المصانع من اختراعات العصر الحديث في ميدان الصيد البحري ، وتكون عادة مرفوقة بأسطول صغير من مراكب الصيد . ويظهر في الصورة حوتية رفقة اسطولها الصغير ، وهي راسية في ميناء ساندفيورد بالنرويج .

جانبه : إن أغلب بواخر الصيد مزودة بتجهيزات تبريد تمكّن من خزن الأسماك والبقاء طيلة أيام متعددة في عرض البحر . وهناك بواخر أخرى لا تتمكن من ذلك لعدم توفرها على نظام تبريد وخزن ، ولذلك فهي تضطر للعودة كل مساء إلى الميناء لافراغ حمولتها .

النفط والغاز الطبيعي

مجالات حياة الانسان، إذ بدونه سوف تتضرر عدة أنشطة اقتصادية وغيرها كالصناعات ووسائل النقل، وتختل حياة الانسان بغياب مجموعة من المواد كالحروقات والانسجة التركيبية ومبيدات الحشرات والمواد البلاستيكية والعديد من الأدوية. وإلى غاية الحرب العالمية الثانية، كان الفحم الحجري يمثل أهم مصدر للطاقة، وقد بدأ استهلاكه يتضاءل تدريجيا مع تزايد استغلال البترول واستهلاكه. ويرجع ذلك الى ما يوفره البترول من ايجابيات تميزه عن باقي مصادر الطاقة الأخرى. إذ يمكن نقله بأقل التكاليف عبر أنابيب النفط والبواخر الى مسافات بعيدة عبر أقطار العالم. وقد ساعد على انشاء الصناعات المختلفة في المناطق الغنية بالمعادن والمواد الخام. أما التنقيب عنه فقد تطوّر بشكل ملحوظ حيث يقوم على تجهيزات وآليات جد متخصصة بإشراف تقنيين وعلماء أكفاء. وهو فضلا عن

إن النفط او البترول من أهم مصادر الطاقة في العصر الحالي، إذ يمثل 45% من الطاقة المستهلكة و63% منها إذا أضفنا اليه الغاز الطبيعي. ويستعمل النفط في مختلف

أسفله : تقام اجاث التجميع النفطي الاحديدي في البر (أ) وفي عرض البحر (ب) اعتمادا على الاستكشافات الزلزالية . ويقوم هذا المنهج على سرعة انتشار الموجات الصوتية في مختلف أنواع الصخور . ويتم اللجوء الى شحنة من المتفجرات توضع في ثقب صخري لكي تحدث انفجارا يجعل موجات صدمته تنعكس على مختلف طبقات التربة في اتجاه سطح الأرض أو البحر . وانطلاقا من نتائج هذه التجربة يمكن استقاء معلومات مهمة حول طبيعة طبقات التربة ومركباتها كما يمكن ضبط الظروف الملائمة لتراكم النفط بها .

خلال ملايين السنين ، امتزج العلق المجهرى المتلاشي في منحدرات قعر البحر بالمواد الحثانية البرية وخاصة منها رمل الشواطئ، ليتكوّن من ذلك الخليط وحل عضوي يتمثل في الصخرة الأم النفطية التي تضم في ثناياها ماء البحر والنفط والغاز .

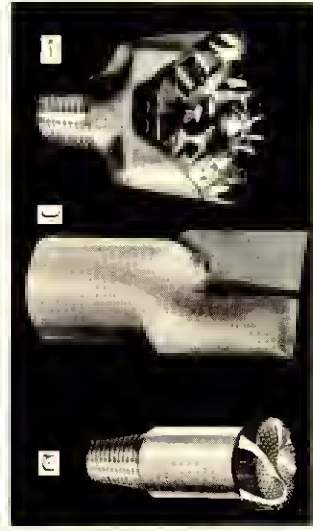
كيف يتكوّن النفط ؟ : 1 . سقوط العلق الميت في القعر (أ) وترسب الأنقاض والحثات (ب) . 2 . تنقل النفط (ج) المتكوّن من الطبقة الصخرية الأم (د) إلى طبقة مسامية تعرف بالصخرة الخزّان أو الطبقة الجيولوجية (هـ) . بعد تراجع البحر بفعل الارتفاع والضغط الجانبية ، يبدأ تعرج الطبقات الأرضية 3 . يستمر انشاء الطبقات التي تتخللها انقصاصات . ويتجمّع النفط في الطبقة الجيولوجية التي تكون في الغالب ذات طبقات مرملة وخاصة على ظهر الشاها الصخرية الاحديدية توجد فوقها طبقة كريمة . وأثناء التنقيب يتم البحث عن هذه التراكبات النفطية .

ب أ



ذلك قابل بعد تكريره للاستعمالات المختلفة وبالحصوص منها ما يتعلق بالصناعات الكيماوية.

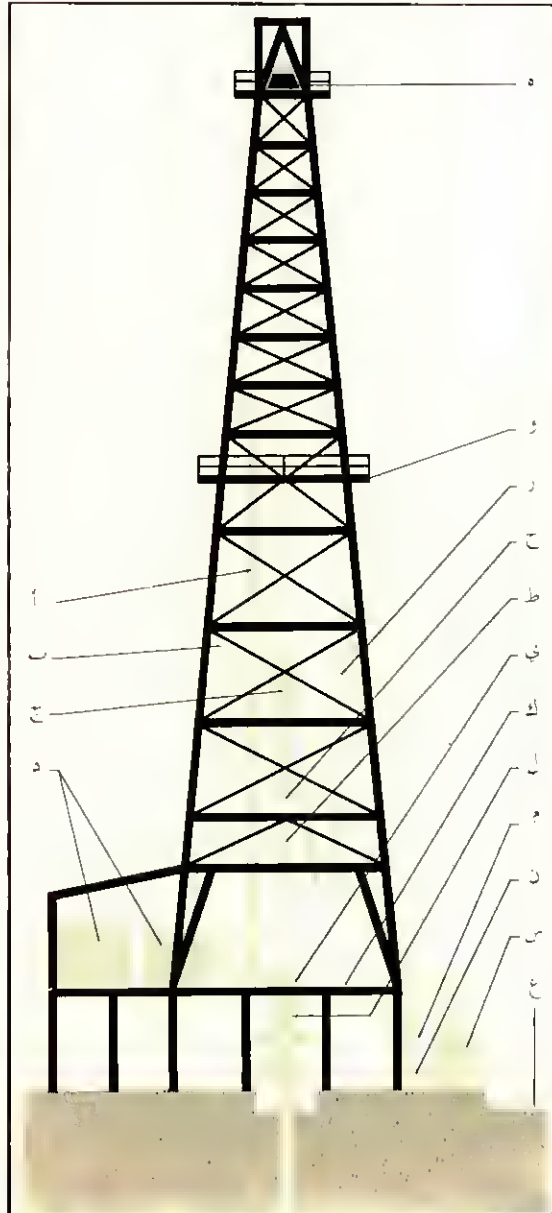
أما فيما يخص مصدر النفط، فالنظرية السائدة حاليا ترجعه الى تكوّن عُضوي. فقبل حوالي 300 أو 350 ألف مليون سنة، كان كوكبنا ذا مظهر مخالف تماما لما هو عليه حاليا؛ إذ كانت تكثر به مستنقعات وبحيرات وسبخات قليلة العمق، وكانت جميع الأراضي على نفس المستوى بالنسبة للبحر. وعلى ضفاف هذه الامتدادات المائية كانت تنبت غابات شاسعة من الخلدات وبساط كثيف من السرخسيات والنباتات العارشة. وعند موت هذه النباتات، كانت تسقط في الماء الى جانب بقايا العديد من الحيوانات المائية، وكل ذلك ينتهي الى الترسيب في القعر. ومع مرور ملايين السنين، وبفعل الحرارة والضغط القوية التي كانت تتعرض لها الصخور، فقد تحولت تلك الترسبات الى مركبات عضوية مكوّنة من



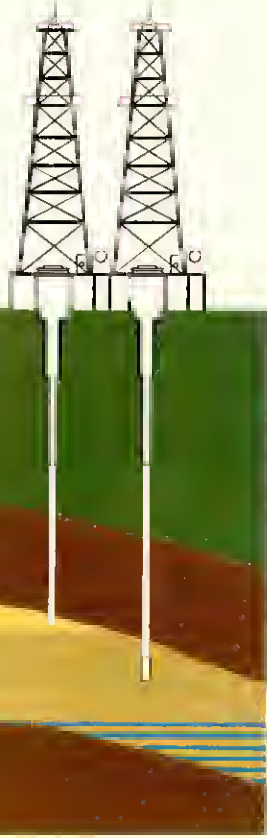
الهيدروجين والكربون، أي الهيدروكربور الذي تتكوّن مناجمه من النفط وحده أو من الغاز الطبيعي فقط. وفي أغلب الحالات يتواجد السائلان في نفس المنجم حيث

28 - على الهامش : ثلاثة أنواع من المثاقب المستعملة في التنقيب عن النفط : أ . مثقب الصخور للتشكلات الصلبة ؛ ب . مثقب بذيل السمكة للتشكلات اللينة ج . مثقب مزوّد بمئات الماسات الصناعية

في الصورة : درّيك التنقيب : أ . أنابيب تنقيب دوّارة ؛ ب . كبل ؛ ج . بكرّة وعقافة ؛ و . عبّارة ؛ ز . أنبوب التنظيف ؛ ح . ساق الجذب . ط . سرير دوّار ؛ ي . أرضية التنقيب ؛ ك . سدّادات الأمان ؛ ل . غرّبال اهتزازي ؛ م . قناة تفريغ مياه التنظيف ؛ ن . مضخة التنظيف ؛ س . حوض التنظيف .



كيف يستخرج النفط ؟



– المنهج المغناطيسي الأرضي: وهو يدرس تغيرات الحقل المغناطيسي الأرضي بسبب تواجد مواد من شأنها خلق اضطراب في الحقل المغناطيسي ذاته. وبفضل هذا الأسلوب، أمكن تحديد مكان العديد من مناجم الحديد والأورانيوم في كيبك. ومن الأجهزة المستعملة في هذا المجال، مقياس التغيرات ومقياس المغناطيسية أو المغنيطومتر. وقد استعملت هذه الأجهزة خلال الحرب العالمية الثانية لرصد الغواصات.

– منهج قياس الجاذبية: ويعتمد لقياس التغيرات التي تطرأ على حقل الجاذبية الأرضية بفعل كثافة الصخور المختلفة. ومن خلال المعطيات المحصل عليها، واعتباراً لاختلاف القيم في خطوط العرض المتنوعة ومستوى بحر مختلف، يمكن تحديد ما إذا كان هناك منجم معدني في منطقة معينة. وبعد التحقق من وجود منجم نفطي، يتم القيام بإجراءات التنقيب والاستخراج التي تتطلب تقنيات جد متخصصة وآليات متطورة. وفي بعض الحالات يكون المنجم قليل العمق، مما يجعل النفط ينبس تلقائياً من شقوق القشرة الأرضية مدفوعاً بالغازات التي يحتوي عليها، ولكن ذلك قلماً يحدث، إذ في أغلب الحالات يكون النفط متواجداً في أعماق الطبقات الأرضية وتكون الصخور التي توجد فوق المنجم صلبة لا تتخللها شقوق. ولذلك فلا بد دائماً من الاستعداد لنقب الطبقات الصخرية لتمكين النفط من الصعود إلى السطح، وتعرف هذه العملية بالتنقيب عن النفط والتي تمكن من جلب البترول من عمق ثلاثة أو أربعة آلاف متر تحت سطح الأرض. ففي البداية يتم حفر بئر قطرها ما بين 60 و70 سم وعمقها 30م، ثم تغلف جدرانها بأنبوب



أعلاه : عامل في محطة منمك في تعديل صمام لضبط قدف النفط .

يكون الغاز الطبيعي في الجزء الأعلى منه والنفط في الجزء الأوسط والماء المالح في الجزء الأسفل، وقد يكون هذا الماء صادراً عن نفس الأجسام التي اشتقت منها الهيدروكربورات.

ويتطلب البحث عن مناجم الهيدروكربورات القيام بسلسلة من الدراسات المتعلقة ببنية طبقات التربة وما يباطنها من مناجم وأهميتها وسعتها. وفي هذا المجال، توجد عدة مناهج وأساليب نذكر بعضها فيما يلي:

– المنهج الاراضي الزلزالي: ويعتمد على اختلاف انتشار الموجات حسب طبيعة الطبقات الصخرية المختقة. إذ تقام ثقب في التربة وتوضع فيها شحنتات الديناميت أو التوليت يتم تفجيرها لتحداث اهتزازات وموجات. وتحليل كيفية انتشار هذه الموجات، يمكن قياس بنية الصخور الباطنية وتركيبها وعمقها ومدى تواجد احديديتي قد يكون تحته منجم هيدروكربور. ويعد هذا الاسلوب ناجحاً لاستكشاف المناطق البترولية وهو يعتمد على أجهزة خاصة تلتقط وتسجل الموجات الأرضية.

جانبه : منشأة نفطية في عرض البحر ، وهي مقامة على جسور عائمة .

في الهامش : الغاز الطبيعي (بالأصفر) موجود فوق الطبقات النفطية الواقعة بدورها فوق الطبقات المائية (بالأزرق) . وذلك في متحذب . ويتواجد كل من النفط والغاز الطبيعي ضمن الحثّ النفوذ ، حيث يتعرضان لضغط مرتفع . ولا يمكنهما الخروج من هناك بسبب وجود الطبقات العلوية ؛ فإذا أصاب مسبار التنقيب الطبقات البترولية يتدفق كل من النفط والغاز الطبيعي بشدة وعنف .



كيف يعالج النفط ؟

لماذا يحتاج النفط الى تكرير ؟

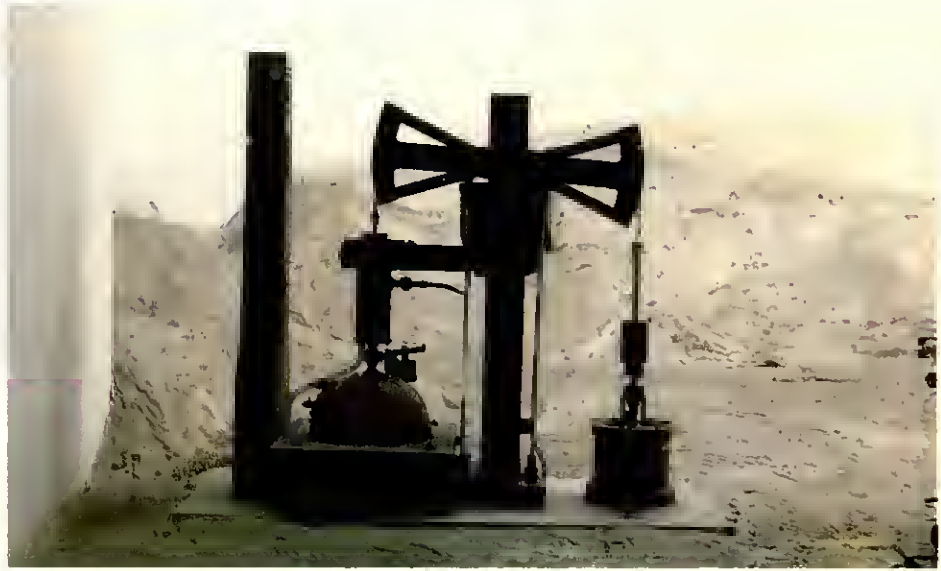
فولاذي لتفادي انهيار التربة، وبعد ذلك تقام أبراج من الفولاذ والخشب أو الدوائر لدعم الثقافات الطويلة التي تنقب التربة عبر البئر. وعند قاعدة الابراج، يوضع سرير الدوران الذي تقام عليه أعمدة فولاذية تمثل الثقابة التي تنتهي عند طرفها الاسفل بمثقب من الفولاذ والماس ينفذ في الصخور لحفرها بفعل الدوران القوي، وبداخل قضيب التنقيب يدرج وحل البريوم تحت الضغط لتسهيل نفاذ المثقب في الصخر وتبريده باستمرار وكذلك للتخلص من شظايا الحفر التي يخرجها عند صعوده الى السطح، ومع تزايد عمق الحفرة تُغلف جدرانها تدريجيا بأنابيب الفولاذ لتفادي انهيارات التربة أثناء الحفر المتواصل، وتستمر العملية على هذا النحو الى أن يتم الوصول الى منجم النفط. ويكون النفط أحيانا مسبوفا بانجاس عنيف من الغاز قبل أن يصعد الى السطح من خلال الأنابيب التي يوضع على قممها صليب الثوران وهو تجهيز خاص بضبط الانجاس، ويفضل خاصية الثوران

الصورة 1 : آلة تنقيب عتيقة

الصورة 2 : منشأة بترولية بتيكساس في الولايات المتحدة الأمريكية .

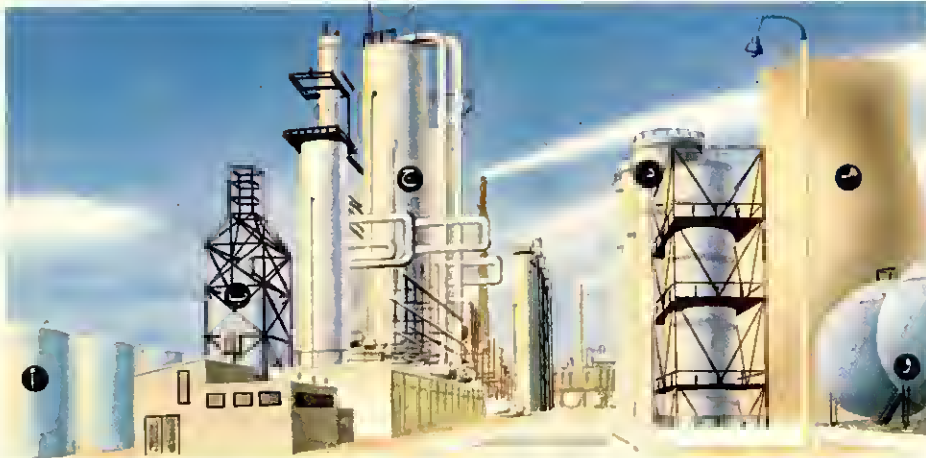
الصورة 3 : دريك مقام على جسور عائمة ، مجهزة للتنقيب عن النفط في عرض البحر :

الصورة 4 : في منطقة إيدجلي أقامت شركات بترولية كبرى محطات تجميع حول مناجم النفط في الجنوب الصحراوي .

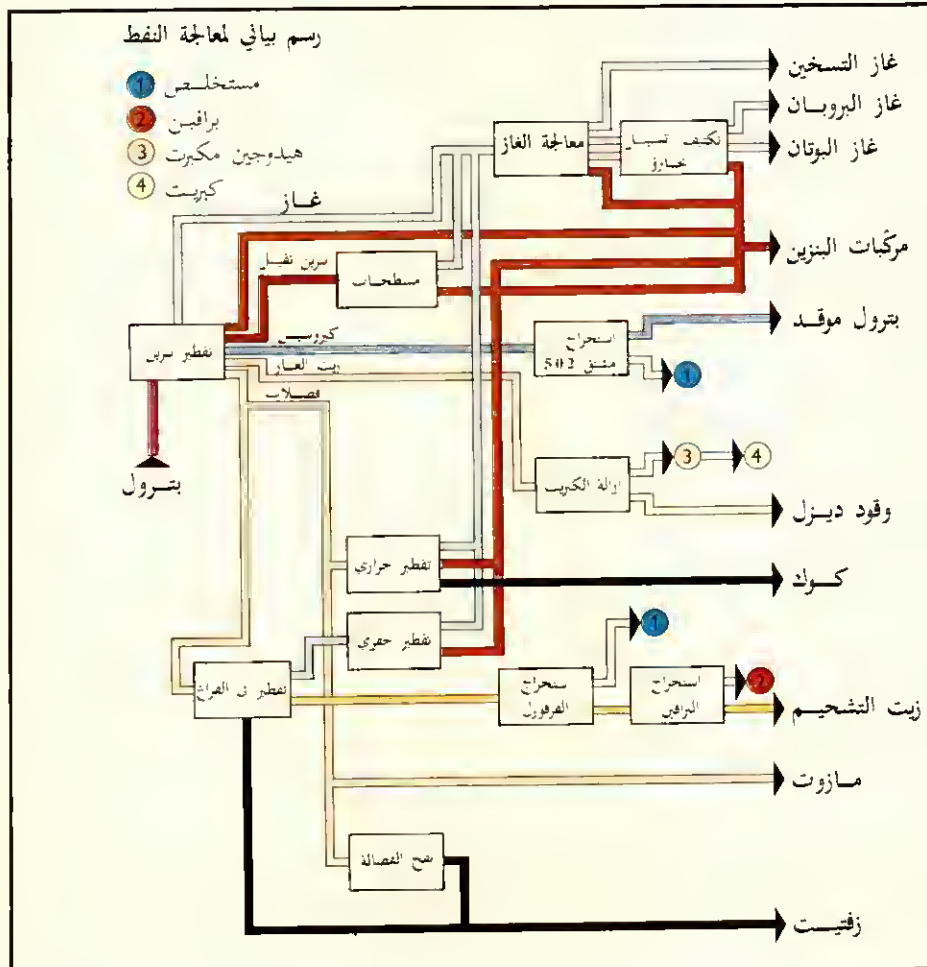


معالجة النفط

ما يسمى بالتقطير الهذام الحراري. ويتم الحصول كذلك على مثل هذه النتيجة باستعمال مواد خاصة تثير التفاعل الكيماوي دون أن يلحق بها وهم ما يعرف بالتقطير الهذام بالحفز. أما البنزين والزيوت الخفيفة الحصل عليها فهي بطبيعة الحال لا تستعمل مباشرة بل بعد أن تخضع لتكرير الكيماوي والفيزيائي لتخليصها من التلوثات التي قد تعوق عمل المحركات التي توضع فيها.



منظر عام لخطة لتكرير النفط : أ أحواض الحزن ؛ ب . أجهزة حقازة للتقطير (ويظهر في الواجهة الأمامية القرن ومكان المضخات) ؛ ج . عمود التقطير ؛ د . أحواض عمودية لحزن لمواد الكيماوية ؛ هـ . برج تبريد الماء ؛ و . أحواض لحزن الغازات .



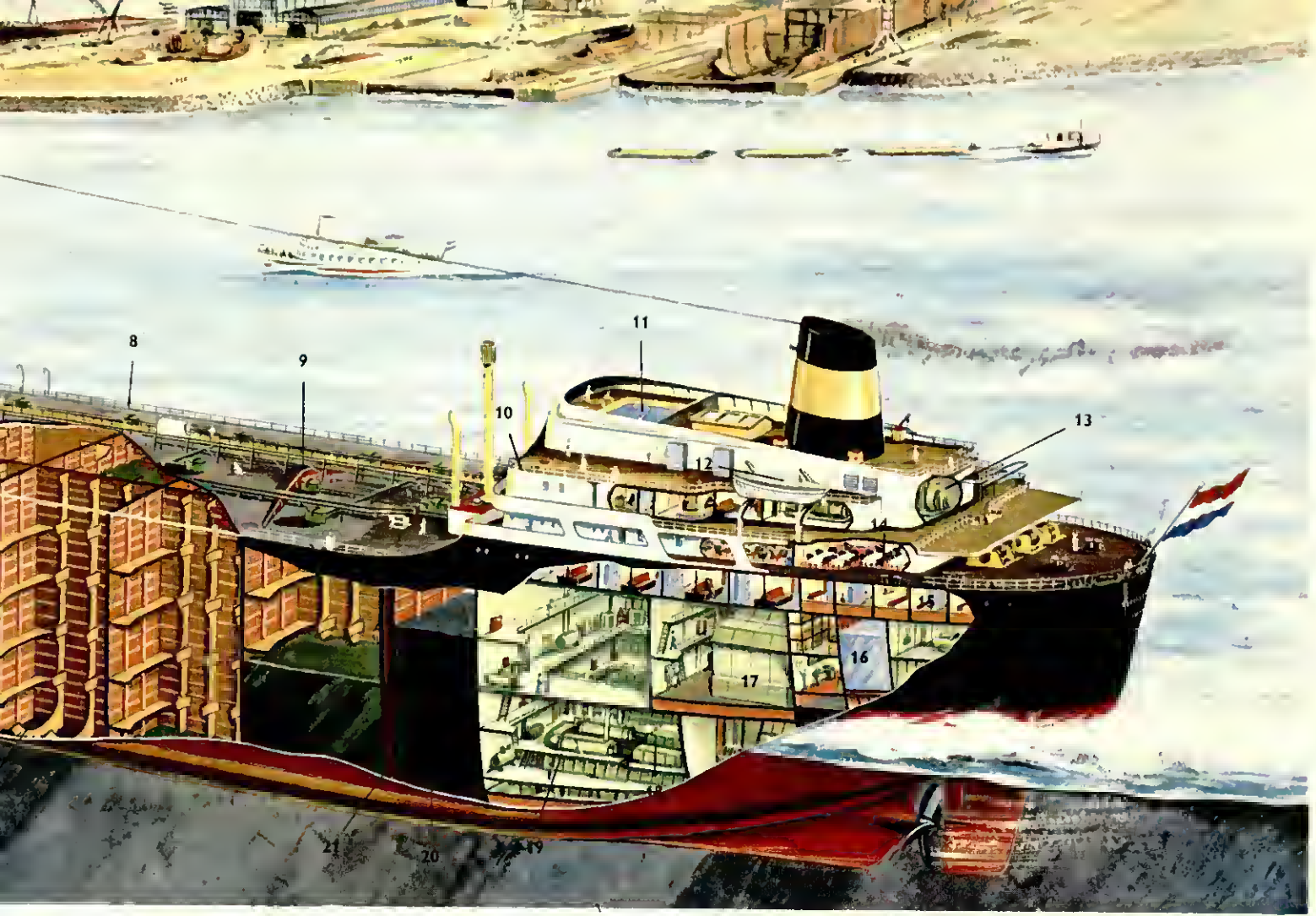
بعد استخراج النفط الخام، يتم تجميعه في خزانات فولاذية ضخمة حيث يخلّص من كل التلوثات التي تشوبه والتي تنتهي إلى الترسب في قاع الخزان وهو ما يعرف بالترسيب. ومن هذه الخزانات ينقل البترول إلى محطات المعالجة والتكرير عبر الأنابيب والبواخر الصهرنجية الضخمة.

وأنايب النفط عبارة عن أنايب من الفولاذ يبلغ قطرها بضعة عشرات السنتيمترات وتوضع على شكل خطوط على سطح الأرض أو على عمق متر أو مترين منه أو تحت مستوى البحر. وفي الحالة الأخيرة تم وقايتها من التآكل بمواد زفتية أو بالصوف أو الزجاج.

وفي محطة التكرير، يخضع النفط الخام الى عملية التقطير التي توزعه الى مركبات مختلفة. وقد سبق أن رأينا أن البترول خليط من المركبات العضوية المكوّنة أساسا من الكربون والهيدروجين. وتختلف هذه المركبات من حيث درجة غليانها ولذلك فبتغيير درجات الحرارة، يمكن فصل مختلف مركبات البترول بعضها عن بعض. ويوضع النفط الخام في دست ضخمة حيث يستحّن الى درجة التبخّر التام. وتنتقل البخارات من الدست الى برج فصل السوائل حيث تنخفض درجة الحرارة مع تصاعد البخارات. ومن السوائل التي تنفصل في مرحلة أولى المركبات ذات أعلى درجة غليان وبعد ذلك تتلوها تدرجيا مركبات أخرى ذات درجة غليان أقل وهكذا دواليك الى غاية المركبات ذات أدنى درجة غليان إذ تكون آخر العناصر صعودا إلى قمة البرج. ويعرف هذا الاسلوب بالتقطير الفاصل للسوائل. وتسمى المركبات المعزولة بالأجزاء ويتم التقاطها بواسطة أنابيب موضوعة على مستويات مختلفة داخل البرج حيث تناسب مختلف درجات الحرارة، ثم تنقل إلى أبراج أخرى لتكريرها ومعالجتها من جديد.

وبعملية التقطير يتم فصل الغازات كالميثان والاثين والبروبان ثم أربعة أجزاء أساسية وهي الزيوت الخفيفة (كالبيرافين والبنزين الخفيف والعادي وهيدروكربور البطم) والزيوت المتوسطة (وهي نفط الاشتعال ونفط محركات الديزل) ثم الزيوت الثقيلة (كزيوت التشحيم والبرافين والفازلين) وأخيرا المازوت وهي الفضالة المتبقية بعد التكوير والتصفية.

وتتفاوت نسبة الأجزاء حسب تركيب مختلف أنواع النفط: فالزيتو الخفيفة مهما كانت نسبتها فهي دون الأيقاء بمطلبات العالم المعاصر، ولذلك يتم اللجوء إلى تجزئ ذرات الهيدروكربورات الثقيلة لمضاعفة كمياتها. وتعرف هذه العملية بالتقطير الهذام ويتمثل في تسخين البترول على حرارة تفوق 300 درجة مئوية لإثارة انشطار الجزيئات الثقيلة إلى جزيئات خفيفة وذلك



الشركات النفطية

الفرنسية . وهناك شركات أميركية مستقلة ومنها «سينكلير» و «فيلس» و «ماراتون» و «كونتيننتال» و «أتلنتيك» وغيرها كثير . وإلى جانب هذه الشركات المنتجة توجد شركات مستوردة ومنها «إيراب» (E.N.I) و «سبا» (S.N.P.A) و «إيني» (E.N.I) الإيطالية وشركات المانية وإسبانية ويابانية وبعض شركات البلدان المنتجة كشركة «نيوك» (N.I.O.C) الإيرانية و «إيتوك» (I.N.O.C) العراقية و «ليبتكو» (Lipetco) الليبية و «سوناتراش» (Sonatrach) الجزائرية . وقد شهدت العقود الأخيرة سياسات نفطية لدى البلدان المنتجة للمشاركة في استغلال نفطها عن طريق تأمين شركاتها كما هو الشأن بالنسبة للجزائر وليبيا وبوليفيا وغيرها ، أو عن طريق التفاوض مع الشركات المستغلة كما هو الحال بالنسبة لكل من إيران والعراق .

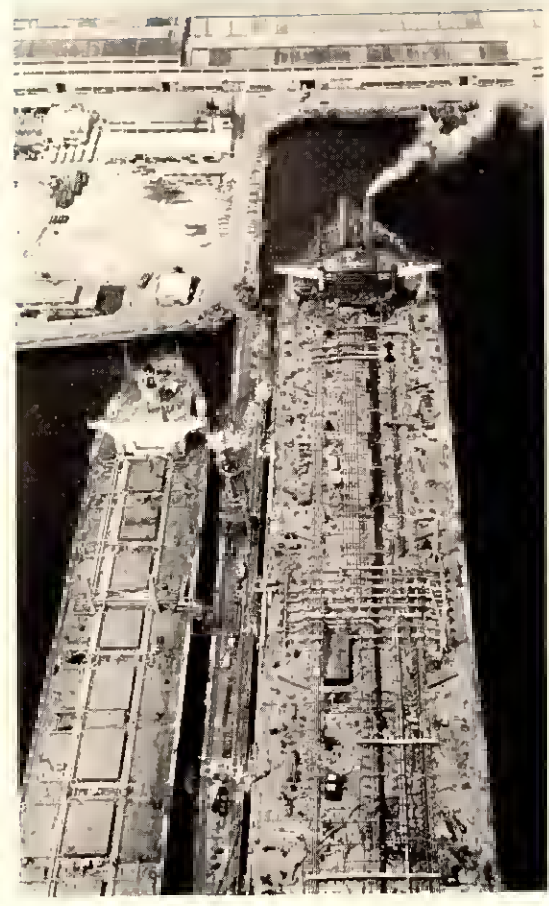
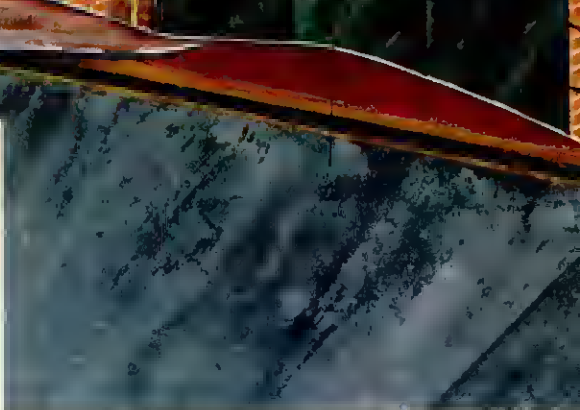
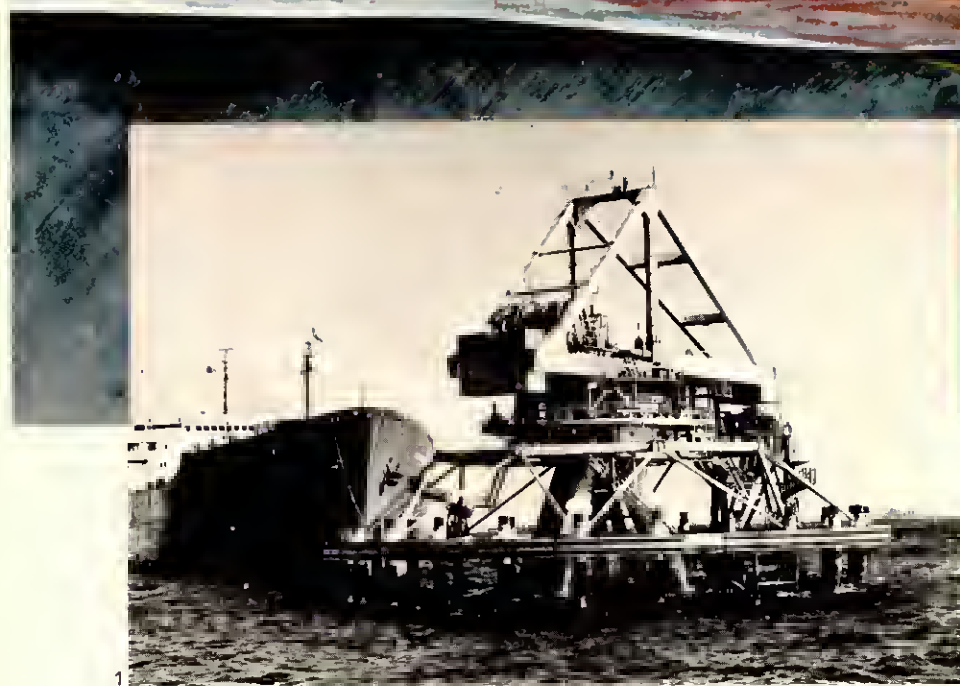
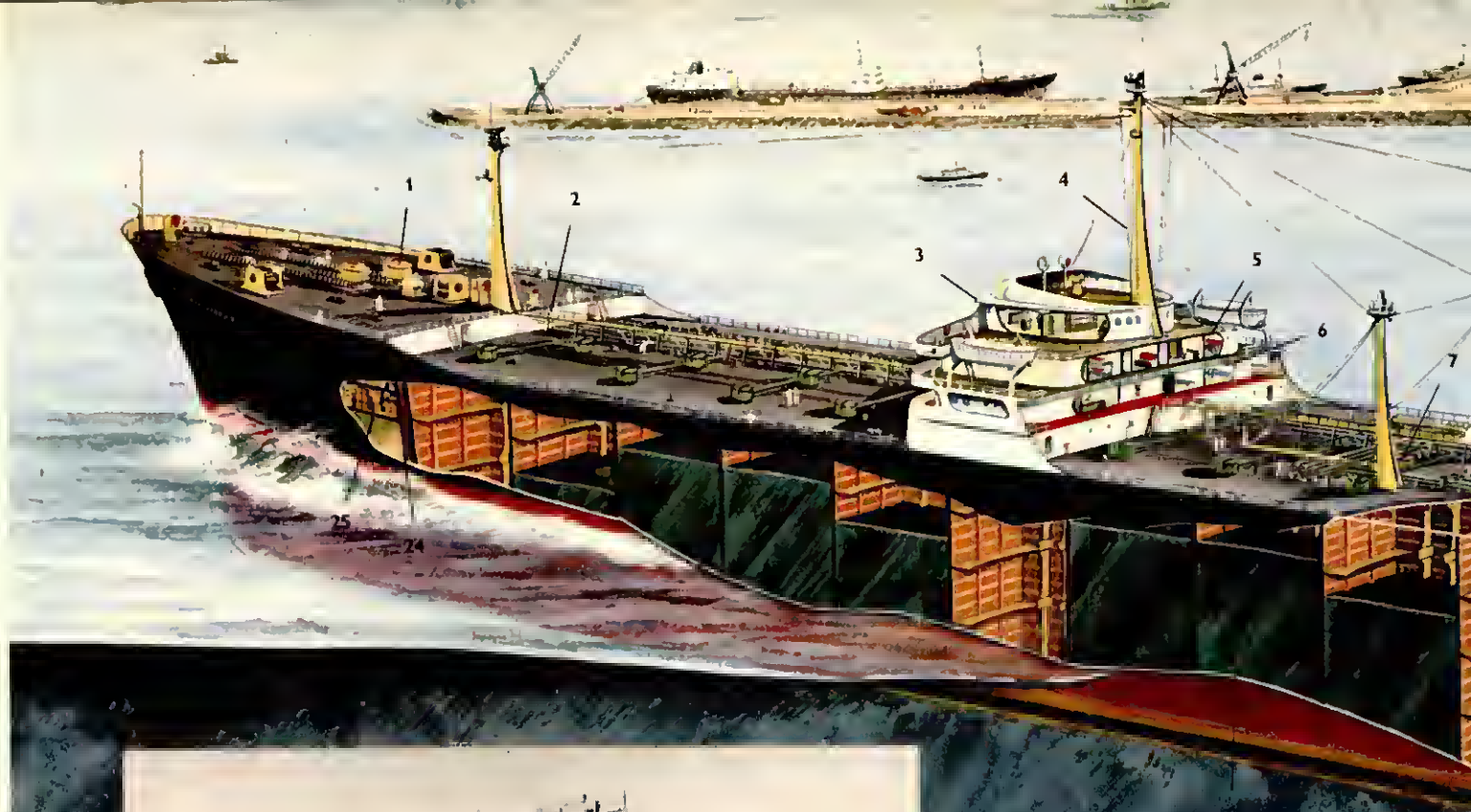
تنظم شركات النفط العمليات على شكل مجموعات تجارية متكاملة تفرض رقابتها على السوق العالمية لهذا المنتج وتضبط مقاييس استغلاله وتسويقه . ومن المعلوم أن النفط لا ينتسب إلى البلدان التي توجد بها مناجمه بقدرما يحمل جنسية الشركة المستغلة . ومن بين كبريات الشركات النفطية نذكر أقدمها وهي «ستاندار أوليل» التي أسست سنة 1867 على يد روكفيلر ، وتتألف من خمس شركات أميركية : «إيسو» و «تيكساكو» و «غولف أوليل» و «ستاندار أوليل» ومن شركات أوروبية ومنها «بريتيش بيتروليم» البريطانية و «روايال دوتش شيل» الانجليزية الأمريكية و «طوطال»

رسم بياني لناقلة نفط : 1 . ملفاف الرفع . 2 . مدخل غرفة المضخات . 3 . طبقة عليا . 4 . صاري فولادي للرادار . 5 . غرف الضباط . 6 . غرفة قمريضة . 7 . توزيع المحاري . 8 . غطاء الخزان . 9 . مجاري ماء الجسر . 10 . غرف الآلين . 11 . مسبح . 12 . زورق إنقاذ (43 شخص) . 13 . تجهيزات معالجة الهواء . 14 . وقاعة الأكل وغرفة الاستراحة والترفيه وماوى الطاقم . 16 . خزان الماء الشروب . 17 . مراحل . 18 . محفض . 19 . تربية . 20 . خزان مازوت زيت الوقود . 21 . حاجز مسيك (خلفي) . 22 . خزان الشحن (فارغ) . 23 . خزان الشحن (ممتلئ) . 24 . حاجز مسيك (أمامي) . 25 . خزان المون .

1 . في أغلب الأحيان لا تتوفر المناطق النفطية على ميناء ، ولذلك فشرركات البترول تقوم بتوفير التجهيزات الضرورية لجزر النفط إلى عرض البحر حيث تشحنه ناقلات النفط دون حاجة إلى تشييد ميناء . ويتعلق الأمر بأبراج تقام على بعد ثلاث كيلومترات من الشاطئ ، وهي متصلة بخزانات النفط بواسطة أنابيب تحمائية يبلغ قطرها مترا واحدا . ويتم ربط البرج بالبحارة بواسطة قناة طافية على زوارق تجسير . وفي حالة العواصف والتيارات البحرية ، يمكن للبحارة أن تنتقل حول البرج دون توقيف الشحن .

2 . إن ناقلات النفط لا تشحن كباقي البواخر الأخرى انطلاقا من البر ، بل تنقل حمولتها من الميناء إلى خزاناتها بواسطة تجهيزاتها الخاصة بالصنخ .

3 . جسر ناقله نفط تبلغ حمولتها 300.000 طما .



الفحم

كيف يتكوّن الفحم ؟

الكربون الذي تحتوي عليه والمدة التي استغرقها تكوينها. ففحم الأنتراسيت يعدّ أقدم صنف، وهو يحتوي على أعلى نسبة من الكربون (95 %)؛ لونه أسود قاتم وينتج حرارة كثيرة رغم صعوبة احتراقه. أما فحم الأنتراسيت الحجري فيحتوي على نسبة كربون تتراوح ما بين 75 و90 بالمئة، وينقسم إلى عدة أنواع حسب المظهر والتركيب والاحتراق. وتحتوي اللينيت على 70 بالمئة من الكربون وتتحرق نتيجة حرارة ضعيفة، ومناجمها أقلّ قدما من غيرها وقد نتجت عن تحول الخشب إلى كربون دون أن يبلغ درجة قصوى من التطور. وحسب المظهر الذي

إن الفحم على غرار النفط مركّب عضوي تكوّن قبل ملايين السنين عندما كانت مساحات جرد شاسعة من الأراضي مغطاة بالنبات الأرمم، ثم غمرتها مياه البحار فيما بعد. وقد ساهمت الأوجال والضغوط الممارسة على الصخور ثم انعدام الهواء في خلق تفاعلات كيميائية وفيزيائية هائلة حولت الأشجار إلى فحم، أو بعبارة أدق، إلى فحم طبيعي متحجر. ومن الأدلة على ذلك أنه غالبا ما توجد في قطع الفحم الحجري آثار جذور وأوراق الأشجار.

ومن الناحية الشكلية، يتميز الفحم بجسمه المسامي الصلب ولونه المتراوح ما بين الداكن والوردي، وهو مكون أساسا من الكربون الطبيعي الممزوج بالهيدروجين والأوكسجين وبكميات قليلة من الكبريت والأزوت. وتوجد منه أنواع أو طبقات متنوعة تختلف حسب كمية

أسفله : منجم فحم في لوحة لفنان مجهول (متحف الفنون بليفربول - 1790) وتعد من أولى مناجم استخراج الفحم



ماهي أنواع الفحم ؟



تتخذ اللينييت فهي تحمل أسماء مختلفة: فهناك الخثية التي تشبه التراب والزليينية ولونها أسود وتشبه الخشب الذي تنحدر منه، ثم الزيتية ولونها أسود وتشبه الأنتراسيت الحجري، فالحمورية ولونها داكن وتتكون من مركبات زفتية. والخثية هي أصغر الأنواع عمرا، ولا تحتوي سوى على نسبة 60 بالمئة من الكربون ولونها داكن أو أسود، وتشبه النباتات التي تتأصل منها، وحين تشتعل تعطي حرارة قليلة وكثيرا من الدخان، وحسب طبيعة النباتات

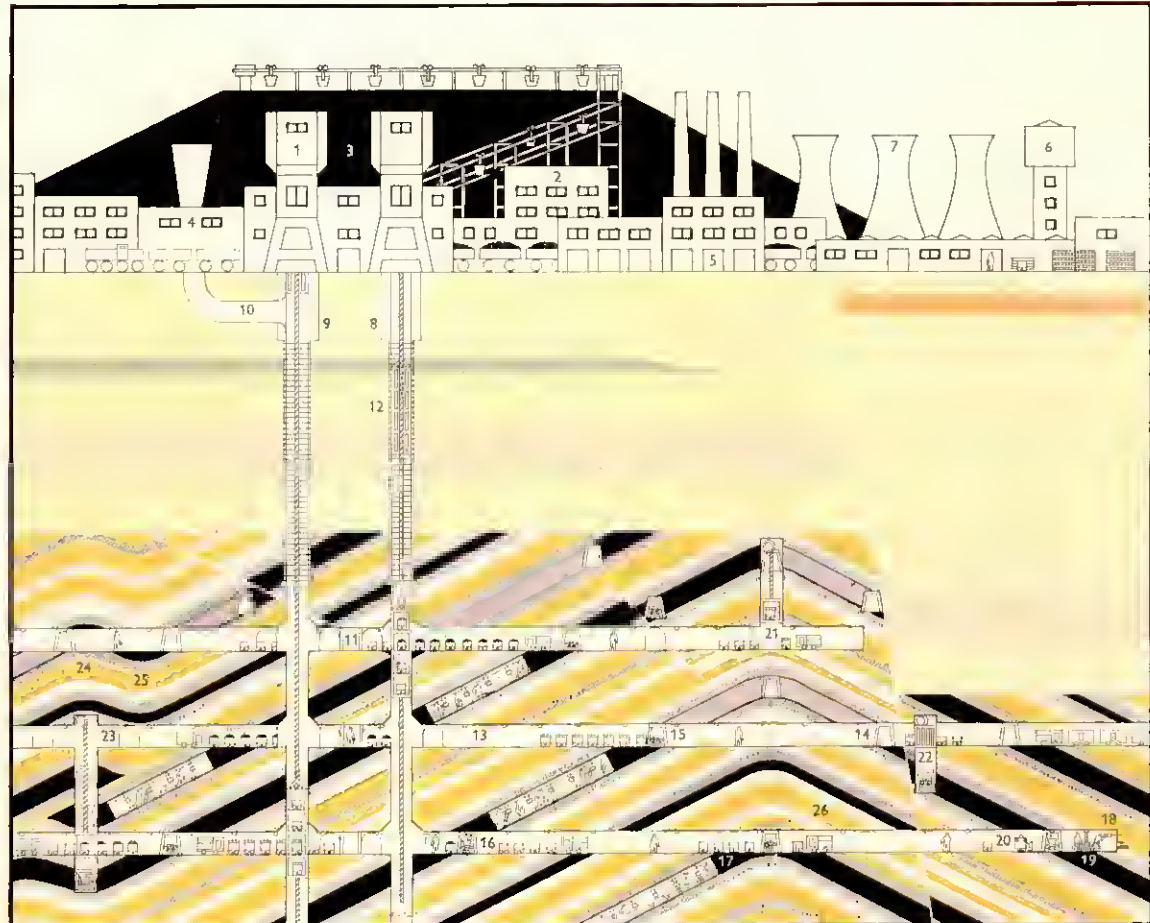
أعلاه : الأنتراسيت وهو أقدم فحم متحجر .

أسفل : رسم بياني لمنجم فحم : 1 سناد الاستخراج ؛ 2 . غسل وغريلة ؛ 3 . ركام الفسالة ؛ 4 . بناء التهوية ؛ 5 . بناء المراجليل ؛ 6 . خزان ماء ؛ 7 . برج التبريد ؛ 8 . بئر الدخول ؛ 9 . بئر الخروج ؛ 10 قنوات التهوية ؛ 11 . مُنْخَل التهوية ؛ 12 . قفص المصعد ؛ 13 دهليز السقاطة ؛ 14 . دهليز ؛ 15 . بساط النقل ؛ 16 . نقطة الافراغ ؛ 17 . سكة القطع الآلي ؛ 18 . محطة للحجارة ؛ 19 . آلة للتنقيب ؛ 20 . مَحْمَلَة آليّة ؛ 21 . مهوِّية ؛ 22 . مهوى ؛ 23 . بئر وسيطة ؛ 24 . سرج ؛ 25 . حوض ؛ 26 . حذب

على الهامش : منجم لينيت بفالدarno (إيطاليا) .

الأصلية وموقع المناجم، فالخثية تصنف الى مستنقعية وليفية ونخرية ومرجية من جهة ثم الى جبلية وجرافية ونهرية من جهة ثانية.

والى جانب الفحم الطبيعي هناك أفحام اصطناعية يتم الحصول عليها بإخضاع مواد عضوية الى درجات حرارية جد مرتفعة؛ ونذكر منها الفحم الخشبي الذي ينتج عن تسخين الخشب بعيدا عن الهواء عند حرارة تبلغ 400 درجة مئوية، والفحم المقطر المحصل عليه بالتقطير



كيف ثم الانتقال من الفحم إلى
الغاز المنزلي ؟

الهّدام للهيدروكربورات؛ ثم الفحم المنشط الحيواني وهو نتاج تقطير عظام وبقايا الحيوانات المختلفة، والفحم المنشط النباتي الناتج عن نفخيم بقايا الخشب؛ ثم سواد الدّخان وهو فحم يكون على شكل غبار ينتج عن تحليل الهيدروكربورات الصلبة والسائلة والغازية؛ وهناك فحم الكوك وتختلف أنواعه حسب المواد والأسلوب المستعمل في استخلاصه، إذ ينقسم إلى كوك الغاز المحصل عليه عند تحضير غاز الانارة والكوك العدائي الناتج عن تفحم الليتانتراس، وكوك اللينيت الصادر عن تفحم بعض أنواع اللينيت، وكوك البترول المحصل عليه عند تقطير الزيوت المعدنية الخام أو الزفت، ثم كوك التقطير الهّدام الذي تتمخض عنه عمليات التقطير الهّدام للنقط.

معالجة الفحم

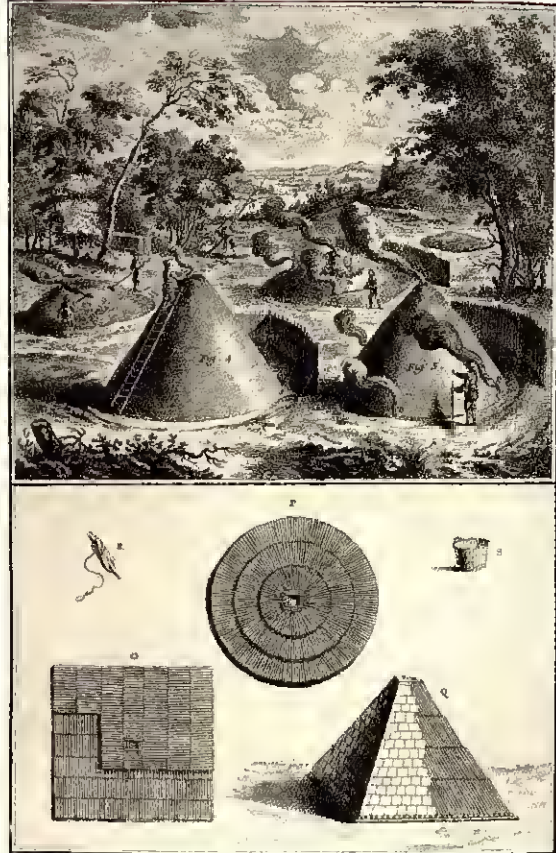
إن احراق الفحم الطبيعي على نار ملتهبة هي الوسيلة الأقل اقتصادا لاستعماله، لأن حرارته تتبدّد وكذلك المواد التي يحتوي عليها والتي تكون ذات أهمية قصوى في الصناعة الكيماوية. فمن مقدار طنّ من الفحم يمكن استخراج ما بين 650 و700 كلف من الكوك و50 أو 55 كلف من الزفت و10 كلف من بنزين الانارة و7 إلى 8 كلف من مختلف المواد الكيماوية.

وأبسط طريقة لمعالجة الفحم هي تسخينه عند حرارة مرتفعة في مأمن من الهواء، لاثارة انشطار جزيئات

الفحم الحجري المعقدة، إلى اجزاء أصغر وأبسط. ويمر الفحم من عدة مراحل بدءا من التنظيف والتقليص ثم الطحن والتخليط ليوضع بعد ذلك أفران التقطير المغلفة من الخارج بالفولاذ ومن الداخل بمادة صوّانية قادرة على تحمل الحرارة المرتفعة. وهناك أنابيب ترتبط بالأفران تستعمل لاستخراج الغاز عن طريق الاحتراق. وقبل التوزيع، ينتقل الغاز إلى براميل صغيرة حيث يتخلص من الزفت بفعل التبريد، ومن البراميل الصغيرة ينتقل بعد ذلك إلى المكثفات وهي أساطين معدنية مبرّدة بالماء أو الهواء، حيث يتخلص ثانية من الزفت والمواد النشادرية. وبعد هاتين المرحلتين الأوليتين، يخضع الغاز إلى سلسلة من عمليات التنظيف والتصفية لعزله عن مواد أخرى مثل البنزين والهيدروجين المكثرت والسيانور وأوكسيد الكربون وغيرها. وبعد هذه الدورة، يجمع في خزانات الغاز ليوضع في حلقات التوزيع. ويعرف بغاز الاستضاءة لأنه كان قديما يستعمل لانارة الشوارع، أما اليوم فهو يستعمل بالخصوص لاغراض منزلية ويعرف بالغاز المنزلي.

ويعرف الكوك الناتج عن تسخين الفحم الطبيعي بالكوك العدائي، ويتكون من الكربون الصافي نسبيا

جانبه : ركام فسالة الفحم الحجري بجانب آبار المناجم .



ماهي أهمية الفحم في الحياة اليومية ؟

تنوع هذه المشتقات كلها بأصل كل من الفحم والبتروول العضوي، أي تكونها من بقايا أجسام حيوانية ونباتية قبل ملايين السنين، وهذه المواد بالتالي عضوية وغنية بالكربون.

والكربون في الواقع هو أصل الحياة نفسها، وبتركيبه مع ذرات الاوكسيجين والهيدروجين والأزوت وهي عناصر موجودة في سائر الاجسام الحية، يعطي جزيئات ذات أشكال غير متناهية وبالتالي مركبات متفاوتة التعقيد. فالكربون (ك) والهيدروجين (هـ) والأوكسيجين (أو) بتركيبها في مقادير 65 هـ 12 أو 6 (C 6 H 12 O 6) تشكل جزيئة الغلوكوز؛ ومجموعة من جزيئات الغلوكوز المتحدة فيما بينها تشكل أميدون «أو»؛ وعند اتحادها بكيفية مختلفة تعطي جزيئة الخليوز التي تتكون منها جدران الخلايا. كما أن تركيب كل من الاوكسيجين والهيدروجين والكربون حسب نماذج مختلفة، ينتج مواد دهنية وعند إضافة الأزوت يعطي مواد أمينية حمضية وبروتينات.

وتدرس هذه الظواهر في إطار الكيمياء العضوية (أو كيمياء الكربون)، حيث يهتم بمختلف الأشكال والتركيبات اعتمادا على أساليب متنوعة كتشطير مركبات الفحم والنفط وتركيب المركبات بعضها مع بعض وذلك مامكن من انشاء بعض الصناعات الحديثة كصناعات المواد البلاستيكية والملونات والأدوية والمنظفات وغيرها.

(97%) ويعطي حرارة قوية، كما يستعمل أساسا في الأفران العالية لصناعة الفولاذ.

أما الزيت فهو سائل كثيف ولزج لونه داكن وهو خليط من حوالي 350 عنصرا بنزينيا، يتم عزلها ثم يعاد تركيبها فيما بينها بكيفية ملائمة لانتاج عدة أنواع من المواد المركبة. وتتم معالجة الزيت من مرحلتين: أولاها التقطير الذي يعطي ما بين 4 و 5 أجزاء ثم معالجة الأجزاء المحصل عليها باخضاعها إلى عمليات فيزيائية وكيميائية أو للتقطير الهذام للحصول على مواد معينة حسب حاجيات الصناعات المختلفة. وتتسم هذه العمليات كلها بالصعوبة والتعقيد كما تتطلب المرور بعدة اجراءات كيميائية قبل أن تتمخض عن المنتج المتنوع. وهكذا توجد عدة مشتقات زفتية تظهر بعضها احيانا دون أية علاقة تماثل مع هذه المادة السوداء العديمة الرائحة، ونذكر منها العطور التي تنتج عن صناعة متخصصة تعالج خلاصة الياسمين مع أسيتات البنزول، وخلاصة الورد مع كحول الفينيل، وخلاصة الطحالب مع الزيولين، وكلها مواد مشتقة من الزيت، وهناك عدة مواد مشتقة من الزيت تعتمد عليها صناعة الملونات ومبيدات الحشرات والأدوية كالسولفاميد والأسبيرين والسكرين والمطهرات والمبجنات. ويفسر

أسفله : زكام ضخيم من الفحم المعد للاستعمال الصناعي في كولورادو بالولايات المتحدة .



المناجم والمقالع

كيف تحدّد قيمة منجم للفحم ؟

ما الفرق بين منجم ومقلع ؟

وتحليل في المختبرات لدراسة قيمة المعدن ونسبة خلوصه. ويكون المعدن إما على عمق قليل أو على السطح ممّا يسهّل عمليات الاختبار والاستخراج. أما حين يكون المعدن في باطن الأرض فإن العمليات تكتسي صعوبة قصوى وتتطلب معدّات خاصة لدراسة احوال المنجم واستخراج العينات منه لاختبارها.

وتقام في المناجم مجموعة من التجهيزات الخاصة باستخراج المعادن. فإذا كان المنجم قليل العمق، ينطلق

الرسم 1 : نظام الهبوط والصعود في دهايز المناجم ، ويجري حصانان موجودان على السطح . ويرجع هذا الأسلوب الى القرون الغابرة . والرسم مقتطف من موسوعة ديدرو ود الامبير (Diderot et D'Alambert) .

الرسم 2 : رسم آخر من نفس الموسوعة السالفة الذكر ، ويبين نظام حفر ودعم دهايز المناجم حسب بنية تربتها . أسفله : جرّار مجهّز بمجرفة آلية تستعمل في مقالع الحجارة .



إن المعادن من منتوجات الأرض سطحها وباطنها، وهي تشكل المواد الخامّ لأكبر الصناعات. ورغم انتشارها في سائر أرجاء الأرض، فتوزيعها لا يتسم بالتناسق والتكافؤ بين المناطق، إذ هناك مناطق تنعدم فيها المعادن ومناطق زاخرة بشتى أنواعها.

ولا يتم استخراج المعادن دائما فور التأكّد من منجمها، لأن ذلك مرهون بمدى أهمية الكمية التي يحتجزها المنجم من الناحية الاقتصادية وبقية المعدن ذاته. وهكذا فلا بد قبل التنقيب من القيام بدراسات شاملة وعميقة للتأكّد بدقة من مساحة المنجم وكمية ما يحتويه من المعادن وطبيعة هذه الأخيرة ومركباتها الكيميائية. ولكي تكون مردودية المعدن مهمة، يجب أن يتوفّر المنتج المرغوب فيه بنسبة عالية. ذلك أنه من غير المفيد تعمل تكاليف واتعاب استخراج معدن الحديد مثلا إذا كان لا يتوفّر في المنجم الا بنسبة 30 في المائة؛ في حين أن ذلك مريح لو أن الامر يتعلق بمعدن النحاس ولو أن النسبة لا تزيد أحيانا عن 1 في المائة. وللتحقّق من ذلك، يتم حفر ثقوب بواسطة ثقابات، ثم تستخرج منها عينات من المعدن وذلك ما يسمى بالتعيينة. وتخضع هذه العينات الى فحوص



ماهي اساليب استخراج المعادن
من المقالع ؟



أعلاه : منشأة لاستخراج الحصى .



الحفر من السطح نهارا أو في العراء ويسمى بالمحجرة أو المقلع، ويتعلق الامر بمنجم بدون دهايز تحاورية. أما حين يكون المعدن في الطبقات الأرضية الباطنية فتحفر آبار ودهايز وهي المناجم العادية المعروفة. وفي المقالع تختلف أساليب استخراج المعادن حسب طبيعة المعدن والاستعمال الذي يراد منه. وللحفر العادي يلجأ عادة إلى قطع الكتل الصخرية عند سطح المقلع، وحين تكون الصخور صلبة كالغرانيت مثلا، تستعمل المتفجرات لتفتيتها. فعلى طول شقوق الصخور تقام ثقوب تدرج فيها أصابع المتفجرات التي حين تنفجر تفصل كتل الصخر إلى قطع قابلة للرفع والنقل. ولقطع الرخام والصلصال والحث وغيرها من أنواع الصخور المتوسطة الصلابة، يستعمل الحيط اللولبي المكون من خيوط فولاذية مجدولة على شكل حلزوني. ويقوم نظامه على حبل يدور على بكرة وهو ممتدد بواسطة ثقل موازن، ويتم وضعه على الصخرة بسرعة 4 إلى 7 م في الثانية ويقطعها إلى غاية عمق يصل أحيانا بضعة عشرات الأمتار ولتسهيل عملية القطع وتبريد الحبل، يسكب على منطقة التماس ماء ممزوج بالرمل الصواني أو بخبيات الفولاذ وذلك حسب صلابة الصخرة.

ونظرا للطلب المتزايد من قبل الصناعات التي تستعمل المعادن كإداة خام فإن بعضها يستخرج بكميات وافرة عن طريق شحنات كبيرة من المتفجرات الموضوعة في ثقوب على سطح الصخور لتفتيتها. وتعد هذه الطريقة اقتصادية وسريعة وفعالة. وبالمقابل، فالتجهيزات الآلية الضخمة تخصص لاستخراج المعادن كالفحم والحث واللينيت والموكسيت والحديد وغيرها من المعادن التي توجد مناجمها على مقربة من سطح الأرض. وهناك

أعلى : مقلع رخام في كارارا بإيطاليا وهذا الرخام من النوع الممتاز والتمين .

أسفل : أضخم منجم للنحاس في العالم .

كيف تستخرج المعادن من المناجم؟

مع مرور الزمن، أما الخطر الأدهى فيتمثل في تسرب الغازات كالميثان والتي تتضمنها الجيوب الصخرية، إذ باتصالها بالهواء تشكل خليطاً شديداً الانفجار يعرف بالغريز مما يسبب في انهيار الدهاليز والقضاء على حياة العمال.

ولتفادي العوائق الأولى، تقام قنوات للتسييل مجهزة بآلات الضخ كما تجهز المناجم بآلات التهوية للتخفيف من مضار الغبار المتصاعد. ويكون نظام التهوية من النوع النافخ أو النوع الجاذب. فالنوع الأول يستعمل فيه بقران تكون عند فوهة لإحديهما مروحة قوية ترسل الهواء النقي إلى باطن المنجم، وبعد أن يدور هذا الهواء في مختلف الأرجاء يخرج ملوثاً عبر قناة البئر الثانية. أما التهوية الجاذبة فتتمثل في امتصاص الهواء الملوث من المنجم بينما الهواء النقي يدخل من الآبار الأخرى. أما في المناجم الكبرى أو التي تتطلب تهوية مكثفة فتتطلب توزيع الهواء عبر العديد من القنوات والمنافذ الضرورية لإبادة الغبار بسرعة وتجنب تراكم المواد الغازية.

جانبه : كلما تقدمت تقنيات التنقيب على المعادن كلما ظهرت حلول ناجحة وفعالة للمشاكل المتعلقة باستغلال المناجم، ومنها نقل المعادن إلى السطح. ويظهر هنا بساط نقال يقوم بعمل العديد من العمال، ويتيح بذلك استغلالاً مكثفاً لمخدرات المنجم.

حفارات ضخمة تقوم باقتلاع الطبقة السطحية للأرض والصخور للكشف عن المنجم. وبعد بروز عرق المعدن يتم عزله عن التربة بواسطة مطارق ثقابة وجرافات آلية ومقطعات وغيرها من المعدات، وبعد ذلك يتم اقتلاعه. ولاستغلال المناجم العميقة، تحفر آبار تنطلق منها دهاليز طويلة على مختلف المستويات والاتجاهات. وتزود الآبار برافعات خاصة بحمل ونقل المعادن والمواد المستخرجة من الدهاليز كما تنقل العمال والآلات إلى أورش التنقيب.

وتختلف الدهاليز المنجمية من حيث شكلها وعرضها واتجاهاتها حسب طبيعة التربة وبنية المنجم الذي يكون ممتداً طويلاً أو عرضاً وكذلك حسب حالة المعدن الذي يتخلل الصخور أو يوجد بين شقوقها. أما سقف الدهاليز الرئيسية فتكون في الغالب مغلقة بالأسمنت المسلح بينما يدعم سقف الدهاليز الثانوية بهياكل حديدية قابلة للتكيف مع مقاييس الدهاليز المختلفة. وعلى أرضية الدهاليز تقام سكك حديدية تسير عليها عربات ذات صناديق تشحن بالمعادن. كما تستعمل بساطات نقالة لتسهيل عملية الاستخراج إلى السطح عبر المسالك الوعرة والاتجاهات المتويزة. ومن الصعوبات التي تكتنف بنية هذه المناجم الباطنية تسرب الماء الذي يوجد أحياناً في الطبقات السفلى على شكل أحواض جوفية، ثم كميات الغبار المتصاعد أثناء التنقيب عن المعادن، والذي يكون مضرًا بصحة العمال



الطاقة وأشكالها

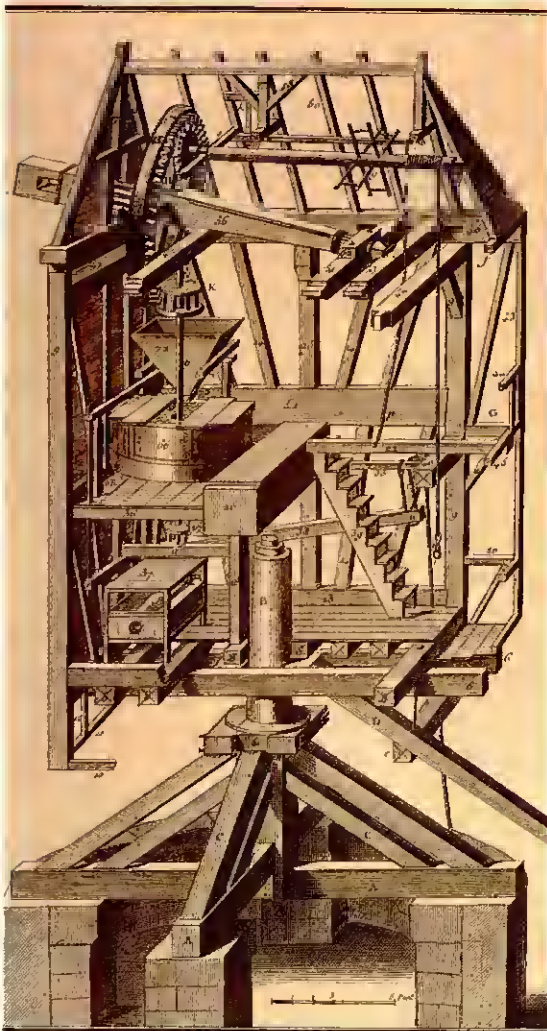


الطاقة الريحية

تولدت فكرة الشراع المساعد على تسيير المراكب عبر العصور، أي منذ عهد الفراعنة إلى عصرنا هذا. وما لبث الانسان أن أدرك فيما بعد أن الطاقة التي تنتجها الرخ

استغل الانسان منذ القديم الطاقة الريحية . فقد تجلت له قوة الرياح فبادر إلى استغلالها لعدة اغراض الى أن توصل الى استعمالها في تسيير المراكب الشراعية الأولى . وفيما بعد ، تبين أن الرخ التي تحرك شفرات طاحونة قد توظف في استعمالات أخرى كضخ الماء وطحن القمح .
جانبه : إحدى أقدم منشآت استغلال الطاقة الريحية .
أسفله : بنية باطنية لطاحونة .

إن الطاقة الريحية أو الهوائية من الطاقات المتجددة لأنها موجودة باستمرار على كوكبنا ولأنها لا تتغير مع مرور الزمن ولا تتناقص. والرياح بطبيعتها مكونة من تنقل كتل الهواء الحار والبارد: فالكتل الحارة والمسخنة في نصف الكرة المعرض لأشعة الشمس تميل إلى التنقل نحو المناطق الغير المشبعة خالقة بها تيارات متفاوتة الشدة. ومنذ القديم والانسان يحاول تفهم اتجاهات الرياح للتمكن من استغلال أحسن للطاقة الحركية التي تولدها. وهكذا فقد فهم الانسان القديم أن الأطواف الخشبية التي تطفو على صفحة مجاري الانهار وفوق أمواج البحار كانت مدفوعة بقوة الرياح التي يعترضها أي حاجز، ومن هناك



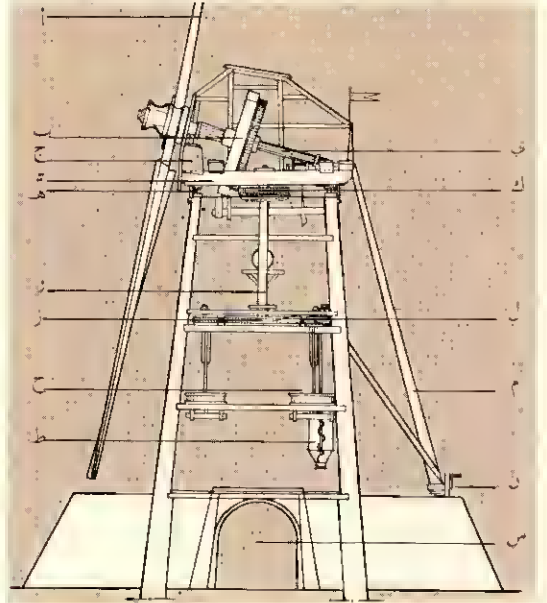
قادرة على تحريك آلات أكثر تعقيدا مما سيخفف من اعباء ومتاعب الانسان اليومية. وهكذا ظهرت فكرة الطواحين الهوائية التي يرجع عهدها إلى العصور القديمة وخاصة لدى الاغريق والرومان؛ وقد تطورت خلال القرن السابع قبل الميلاد.

تختلف الطواحين حسب اتجاهها وبنيتها واستعمالاتها. وتقاليدها وأساليب صناعتها. فطاحونة ميكونوس (أسفله) تختلف بكثير من حيث شكلها عن طواحين أوروبا الشمالية (الصورة جانبه).

الرسم : عناصر طاحونة قمح : أ . أجنحة ؛ ب . عجلة كبرى ؛ ج . وسادة ريجية ؛ د . منشار ؛ هـ . حلقات دوارة ؛ و . شاه ؛ ز . عجلة ؛ ح . حجارة ؛ ط . غلظ ؛ ي . محور ؛ ك . مهد ؛ عجلة ممتلئة ؛ ل . ذيل بدعائم ؛ م . ملفاف لتوجيه الطاحونة نحو الرياح ؛ ن . مدخل .

في الهامش : لوحة ريجية .

وكانت الطواحين الهوائية في البداية تستعمل لتجفيف الاراضي المستنقعية، إذ كانت تعمل وفق آلية جَد بسيطة: فهناك أربع شفرات مروحية عمودية تقام على برج أو سارية لمواجهة الرياح وتشغيل نظام امتصاص الماء الذي يحول اتجاهه نحو مجموعة من القنوات لصرفه بعيدا عن المستنقع. وفيما بعد تم تحسين طواحين الهواء على يد الاوروبيين وخاصة منهم الهولانديين خلال القرن الخامس عشر، حيث استعملت لطحن القمح وتوليد الطاقة الآلية لتشغيل المناشر وغيرها من الاجهزة المعدة لانجاز مختلف الاعمال. ومع مرور الزمن تطورت اساليب استغلال الرياح تدريجيا بفصل أنظمة الطواحين البرجية ذات القمة الموجهة والتي تزود بشفرات عريضة. وتقوم هذه الأنظمة بمعاكسة الرياح باستمرار مما يضاعف من قوة المطحنة ومن مردوديتها. ومع ظهور الآلات البخارية، تفهقر استعمال الطواحين الهوائية بسرعة ماعدا في بعض البلدان التي استمرت مدة طويلة تحظى بأهميتها الاقتصادية قبل أن تندثر. وبظهور أزمة الطاقة البترولية، شرعت بلدان كثيرة في تعميق الدراسات العلمية حول قوة الرياح وامكانياتها في توليد الطاقة الكهربائية. ويعد هذا التطور نهجا جديدا



ومع تطور التقنيات الحديثة المتزايد، سوف يُصبح للطاقة الريحية دور فعال في سدّ الحاجيات الطاقية لو استعملت على نطاق واسع وخاصة في البلدان التي تتميز بتضاريس ملائمة لهذا الاستعمال.

الصورة 1 : مولّد ريحي للطاقة الكهربائية لتشغيل أنظمة الاتصالات المسافية .

الصورة 2 : طائرة دلتاوية تطير في الأجواء بواسطة التيارات الهوائية .

الصورة 3 : الميراج ، وهو آلة تدل على اتجاه الرياح وسرعتها .



لخلق طاقة إضافية كفيّلة بتغطية الحاجيات في عدة ميادين كالزراعة والبناء والتسخين وغيرها. ونظام تحويل قوة الرياح إلى طاقة، غاية في البساطة؛ فهو يشبه في مجمله نظام الطواحين الهوائية: فهناك شفرات آلية تدفعها الرياح، وبواسطة أنظمة آلية ملائمة، تقوم بتشغيل دوارات متصلة بمحولات للتيار تمكن من استعمال الطاقة المولدة. ولكي يتم استعمال طاقة الرياح، لابد من توفر بعض الخصائص في الرياح ذاتها، ومنها مايلي:

- 1 - أن تكون الرياح دورية وغير ظرفية في مكان محدد بدقة؛
- 2 - أن تكون قارّة ودائما في نفس الاتجاه؛
- 3 - أن تكون ذات شحنة طاقية كافية تخولها سرعتها التي يجب أن تتراوح ما بين 5 و 30 كلم/س. وتناسب الطاقة التي تنتجها المولدات الريحية مع نوع البنية التي تقام لاستقبالها ومع سرعة الرياح. ولذلك فالأماكن التي تكون ملائمة لاقامة مثل تلك المولدات يجب أن تتوفر لها بدورها ظروف محددة منها مايلي:
- 1 - أن تكون ذات رياح دورية وقارة وبطاقة متوسطة، (الجزر وبعض الشواطئ والجبال)؛
- 2 - أن تكون مجردة من الحواجز الضخمة التي قد تعرقل اندفاع الهواء؛
- 3 - أن تكون الأرضية خالية من الحفر والمتخفضات وأن لا تكون وراءها ممرات جبلية أو تلال أو حذبات.
- 4 - يجب أن تقام الشفرات الآلية على ارتفاع متوسط بحيث تتجنب الحواجز الصغيرة.



الطاقة الشمسية

إلى الأرض يتبدد جزء منها في الغلاف الجوي بسبب انعكاسها على كوكبنا (38%) بينما يتحول جزءا آخر إلى حرارة (47%)، وجزء آخر يستعمل في دورة الرياح والمطر (23%)

ويساهم جزء قليل (0,025%) من هذه الطاقة من خلال عمليات مختلفة، في تكوين مناخ طاقية من أصل بيولوجي وجيوفيزيائي كالفحم والهيدروكربورات وغيرها. ومن الغريب أن العالم يعيش فقط باستعمال قدر لا يتعدى 0,025% من هذه الطاقات السائرة حاليا في طريق الانقراض. ولتفادي ذلك، لابد من إنجازات تكنولوجية كفيلة بمراقبة وضبط ولو قدر قليل من نسبة الـ 30% من الطاقة المنعكسة في الفضاء. ويتعلق الأمر بحوالي 52000 مليار كيلواط تنبعث من الشمس

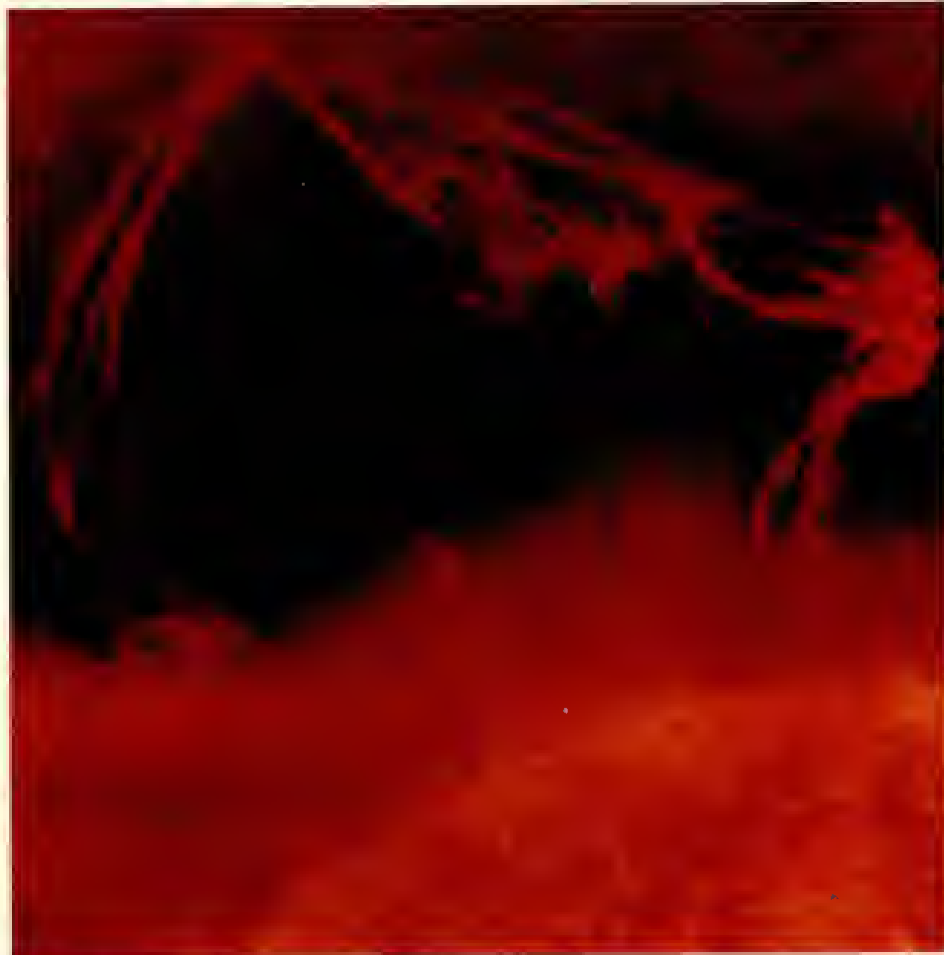
إن الشمس هي أساس الحياة، الانسانية والحيوانية والنباتية إذ ترسل كل يوم إلى الأرض وإلى مختلف الكواكب كميات هائلة من الطاقة والحرارة اللتان تمثلان مصدر جميع إمكانيات التطور والبقاء لجميع الكائنات الحية. والشمس بما تتوفر عليه من طاقة هي أصل حركة الرياح بتسخينها للغلاف الجوي وحركة المياه حيث تبخر البحار وتثير المطر، وتطور النباتات عن طريق النشاط اليخضوري، وصيانة صحة الانسان. بما لأشعتها من منافع.

وتتكون الشمس من كتل غازية كثيفة مركبة أساسا من الهيدروجين والهيليوم المترابطة باستمرار نحو النواة المركزية حيث يثير ذلك التركزز التحام نوى ذرات الهيدروجين وتمثل السبب الأساسي في بريق الشمس وانتاجها للحرارة وارسالها للموجات الكهرومغناطيسية التي يصل جزء منها إلى الأرض كما تؤثر شدتها على الحياة فوق كوكبنا.

والطاقة الشمسية التي تصل إلى الأرض على شكل اشعاعات كهرومغناطيسية جدد وافرة ومتواصلة وأزلية لاتنقضي تقريبا، رغم أنها لاتمثل سوى حزمة ضئيلة من مجموع الطاقة التي تنتجها الشمس في الواقع، وتبلغ قوة ما يصل إلى الأرض من الطاقة حوالي 173.000 كلواط، تفوق قيمتها ما يستهلك من الطاقة حاليا في مجموع الأرض بـ 150.000 مرة.

وتتمثل الموجة الكهرومغناطيسية في عدد كبير من الموجات الأولية المعروفة بالفوتونات المتنقلة بسرعة 300.000 كلم في الثانية، وكل فوتون منها يشمل على طاقة كبيرة تجعل تردده حد مرتفع. والاشعاعات ذات المنفعة الكبرى في ميدان الطاقة هي مايعرف بالأشعة السينية (أشعة إكس) وأشعة غاما، وقبل أن تصل الأشعة

تعد الطاقة الشمسية اهمّ الطاقات من حيث الاستقرار والدوام . ألا أن استغلالها مازال معتبرا ، ولذلك مافتئ العلماء ينكبون على الأبحاث والتجارب التي من شأنها تطوير أنظمة التقاط هذه الطاقة ، وتجاوز نظام الألواح الشمسية وغيرها من الأنظمة التي تستطيع تعويض المصادر الطاقية الشائعة الباهضة التكاليف .



ظهور الشمس. والنظام مزود كذلك بجهاز ضبط وتأمين سيروية تخزين الطاقة.

وهناك نظام آخر لتخزين واستغلال الطاقة الشمسية يتمثل في استعمال المجمعات الشمسية، التي تقوم بتحويل الطاقة الصادرة عن الشمس إلى طاقة حرارية، على عكس ما تفعله الصفائح الشمسية. ويتغير عملها حسب أنواع المجمعات التي تنقسم إلى مجمعات ذات سطح ممتص ومجمعات تركيز.

وتتكون المجمعات الأولى من غطاء زجاجي موضوع على سطح مصاص يسيل فوقه السائل المراد تسخينه؛ وتوضع خلف السطح مادة عازلة تمنع تسرب وتبديد الحرارة. وبواسطة هذه الآلية تنجز أنظمة مندمجة للتسخين كما تمكن من انتاج الماء الساخن للاستعمال الحضري. أما مجمعات التركيز فهي في الغالب مقعرة بحيث تتركز فيها أشعة الشمس عند نقطة معينة تسمى بالألق أو البؤرة. وتستهمل هذه الأنظمة لأغراض صغيرة أو متوسطة وخاصة منها ذات المنفعة المنزلية وفي الزراعة.

الرسم 1 : مقطع بين مبدأ عمل الملتقط شمسي .
الرسم 2 : مبدأ الملتقط تحت القرميد أو الأغشية الشفائية .
الصورة 1 : الواح شمسية فوق سطح منزل .
الصورة 2 : جانب من لوحة شمسية فوق سطح منزل .

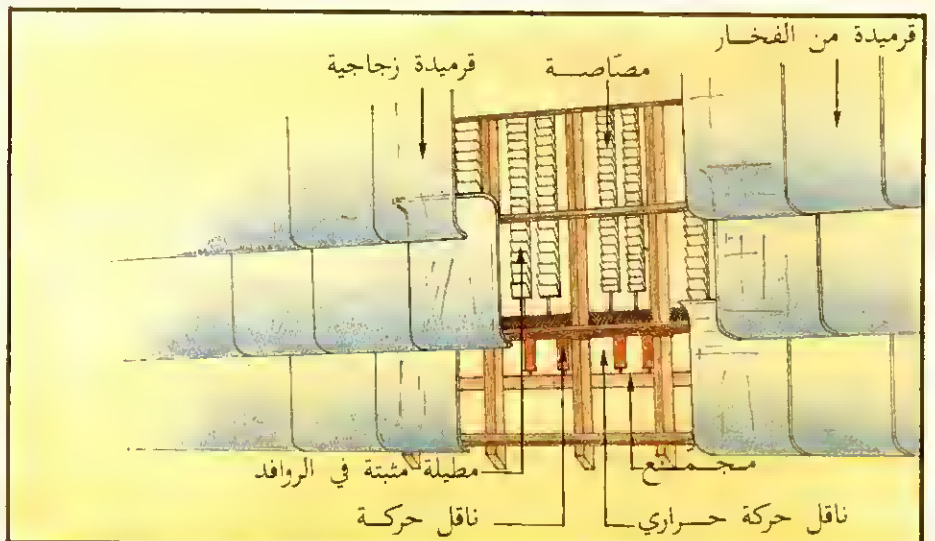
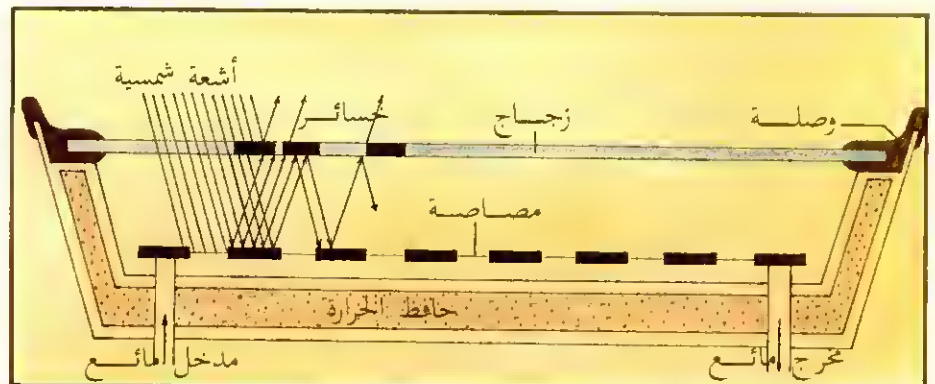


باستمرار، مع أنها لاتصل إلى الأرض بكيفية متناسقة وذلك لأسباب مختلفة كدورتي الليل والنهار وانحراف أشعة الشمس والظروف الجوية. إلا أنه رغم كل ذلك فكمية الطاقة المتوفرة جد هائلة.

ومنذ بضع سنوات والعديد من البلدان تسعى إلى تطوير نظريات وتقنيات من شأنها تحقيق استعمال الطاقة الشمسية بشكل فعال.

وتقوم تلك التقنيات على مبادئ متنوعة تعطي في مجموعها نتائج جد مهمة. وتنبني هذه المبادئ على تحويل مباشر للطاقة الشمسية والضوئية إلى طاقة كهربائية عن طريق استعمال الصفائح ذات الخلايا التيارية أو الصفائح الشمسية. وبإمكان مثل هذه الصفائح انتاج طاقة تتراوح ما بين بضعة واطات وعشرات الواطات. وفي الوقت الراهن تستعمل أساسا كنظام تكميلي للأساليب التقليدية لانتاج الطاقة أو مندمج فيها.

وترتكز الصفائح الشمسية بالأساس على مبدأ قدرة إرسال الحرارة بواسطة الاليكترونات الموجودة في ظروف خاصة عندما تلامسها الطاقة الضوئية للضوئيات. وتكون الصفائح من عاء متغير من الخلايا التيارية المتصلة فيما بينها والتي تجمع الطاقة وترسلها وهي محولة كما يجب إلى مراكز أو مذكرات تيارية خاصة، تكمن وظيفتها في توفير هذه الطاقة ولو في ظروف تحول فيها الاحول الجوية دون



أما في المناطق المشمسة باستمرار فقد اتخذ ضبط الطاقة الشمسية طابعا صناعيا. وفي هذا المجال يستعمل نظام البرك الشمسية لتحقيق مختلف الأغراض الصناعية، وذلك بإقامة منشآت صناعية واسعة تستعمل فيها أحواض موجودة من قبل، وتغرس تلك الأجهزة في التربة دون اتلاف خصائصها مع استعمال المناطق السبخة التي تصبح مصادر طاقة جديدة بعد أن كانت مجرد أراضي جرداء. ومن حيث الجوهر، فمبدأ عمل المستنقع الشمسي مماثل للمجمع المسطح، إذ يتعلق الأمر بكتلة مائية تبقى معرضة للشمس إلى أن تسخنها الأشعة. وعلى الماء بطبيعة الحال أن يبقى جامدا تماما، ويؤدي نفس وظيفة الغطاء الزجاجي للمجمع ذي السطح المنخفض. وبهذه الكيفية يمكن استعمال الماء المسخن للري أو لإنتاج ماء التدفئة أو تزويد المنشآت الصناعية والفلاحية. وفضلا عن ذلك فهذا الماء يمكن إرساله نحو المنشآت التي تستفيد من الدورات الملائمة لإنتاج الطاقة الكهربائية انطلاقا من الحرارة. وباستعمال الطفرات الحرارية المولدة من الاتصال بالماء البارد، يستعمل الماء المسخن لإنتاج الطاقة الآلية كما هو الشأن بالنسبة لآلات البخارية وغيرها. ومن ناحية التكاليف، فإن إنتاج الطاقة الكهربائية بواسطة هذا النظام اقتصادي بالمقارنة مع تكاليف إنتاج الطاقة بواسطة المراكز الكهربائية الحرارية العادية.



مركبة تستعمل الطاقة الشمسية في تسييرها .
فهناك مجموعة من الألواح المقامة فوق سطح الغرفة تقوم بالتقاط ضوء الشمس وتحوّله إلى كهرباء ، أي إلى حركة .

فرن أوديلو الشمسي فوق جبال البيرنيه :
وتصلح بنيته المقعرة لتركيز الأشعة الشمسية في نقطة من المجمع تعرف بالموقد . وبإمكان منشأة من هذا النوع أن تحل أكبر المشاكل الطاقية التي نعاني منها .



استغلال المياه

إن الأرض هي الكوكب الوحيد في النظام الشمسي، الذي يحتوي على الماء السائل. ذلك أن أزيد من سبعين بالمائة من سطح كوكبنا مغطى بالماء، حيث تمثل المساحة المغمورة 360 مليون كلم² من مجموع مساحة الكوكب وهي 510 مليون كلم². ومن البديهي أن أهمية الماء بالنسبة للأرض يتمثل في ارتباطه الوثيق بوجود مجموع الكائنات الحية عليها. فالمياه السطحية كالأنهار والبحيرات والاحواض الاصطناعية والبحار والمحيطات تمثل كلها اشكالا حياتية ومصادر طاقة هائلة كما تشكل موارد أساسية لمعيشة الانسان، وبالتالي فمن الطبيعي أن تكون عبر العصور بمثابة مصدر لازدهار وانتعاش حياة الشعوب. وبالفعل فقد بدأ تطور الانسانية عندما تفهم الانسان ماوضعت الطبيعة رهن إشارته ليكتشف ويصنع الوسائل اللازمة لاستغلاله.

ومنذ العصور القديمة والانسان يرى في الماء رمز حياته وغناؤه وتحسين نظام معيشته. وكان المصريون القدماء أول من طرح مشكلة استغلال الامكانيات التي توفرها فيضانات النيل لفائدة اخصاب الأرض وتنمية الزراعة، كما أن الحضارات القديمة كالأشورية والبابلية

والعربية والصينية قد ارتبطت بأساليب استثمار ما بأراضيها من مياه لانعاش الفلاحة وتطوير الحياة اليومية وتسهيلها. وقد مثلت الانهار عبر التاريخ مصدرا لتنمية وتطوير التجارة التي ساهمت في إرساء وانتشار الحضارات الكبرى. ومع التطور الصناعي تجلت أهمية الماء في إنتاج الطاقة مما أدى الى اختراع مختلف الوسائل لاستغلاله لهذا الغرض، وفي تلك الفترة، وبالضبط حوالي سنة 1750 بدأ التفكير في استعمال الماء لإنتاج الطاقة وخدمة الصناعة. وكانت أولى المنشآت الصناعية قد ظهرت في ميدان صناعة النسيج والصناعات الميكانيكية التي تستعمل مجاري المياه كالأنهار الصغيرة لتشغيل الآلات، حيث

منذ القديم والماء يمثل مصدرا للحياة والطاقة والعمل . وقد ظهرت في العقود الأخيرة منشأة من شأنها تلبية حاجيات الشعوب من الماء الشروب - فمن العجلة ذات الشفرات (صورة الهامش) انتقل الانسان الى تشييد السدود الضخمة (صورة جانبه) .



برزت للوجود آنذاك أولى المطارق الكبرى لتصفيح المعادن مدفوعة بالطاقة المائية.

وبعد مرور قرن من الزمن على الثورة الصناعية حيث تحققت عدة انجازات في ميدان الفيزياء الكهربائية والكهرباء الديناميكية والكهرباء الساكنة وخاصة على يد كل من أمبير وفاراداي، أصبح بالإمكان تطبيق القوة الحركية والآلية للماء لتحويل الطاقة الهيدروليكية إلى طاقة كهربائية. وهكذا ظهرت أولى التوربينات كما نشئت أولى المحطات الكهربائية، وخلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر، اعتبرت الطاقة الحركية للماء مصدرا أساسيا لإنتاج الطاقة الكهربائية.

وعندما نتحدث عن طاقة جسم ما، فيجب الرجوع إلى حالته الخالصة التي تجعله قادرا، في أي وقت، على إنجاز عمل ما، والمياه لا تتمكن من توفير الطاقة إلا إذا كانت متحركة، وذلك طبقا لمبدأ الطاقة الحركية التي تكمن في الكتل المائية المتحركة. وبهذه الكيفية من الممكن تحويل الطاقة الحركية مباشرة إلى طاقة ميكانيكية، ومن ذلك أن شفرات طاحونة تحركها المياه تقوم بتشغيل الفتالات أو آلات البرم مثلا. وتتحول الطاقة الميكانيكية بدورها إلى طاقة كهربائية من خلال حركة التوربينات. ويتوفر الماء على طاقة كامنة مرهونة مباشرة بكميته وكتلته وكذلك بوقعه. ففي الأحواض الاصطناعية أو في بحيرات السدود، يتوفر الماء على طاقة تتحول إلى حركية بمجرد أن تنصب نحو السافلة. وتتضاعف هذه الحركية مع ارتفاع سرعة السقوط طبقا لمبدأ الجاذبية. وعندما يلامس الماء قعر الوادي يبلغ ذروته من الطاقة الحركية بحيث يصبح قادرا على إنتاج أقصى عمل ممكن كتشغيل التوربينات مثلا.

وبتطبيق مثل هذه المبادئ يصبح بالإمكان استغلال المياه السطحية كمياه الأنهار والأحواض الطبيعية والاصطناعية وغيرها بكيفية ملائمة وفعالة بواسطة قنوات الجرّ التي تخوّل الماء سرعة من شأنها مضاعفة طاقته الحركية.

يتوفّر الماء المحتوي في حوض على طاقة كامنة تتحوّل إلى طاقة حركية عندما يضطر الماء إلى التدفق نحو السافلة. وعند الوصول إلى محطة كهرومائية مرورا بمجري قسرية، تتحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية.

جانبه : محطة بمجري قسرية .

في الهامش : قاطع تيار في خط التيار العالي . وهذا النوع من قاطعات التيار كثير الاستعمال في المحطات الكهربائية .

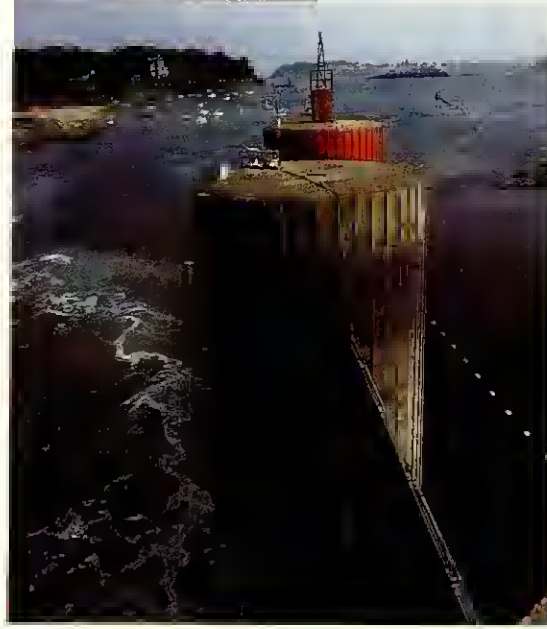
وقد أنجزت في هذا الميدان دراسات حديثة أثبتت امكانية استعمال واستغلال كميات الطاقة الهائلة المتكونة في البحار. ومازالت الابحاث قائمة بشأن التحويلات الممكنة للطاقة الحركية المتوفرة في امواج البحار لاستغلالها في انتاج الطاقة الكهربائية. وقد تبين أن ذلك ممكن بالخصوص في بعض المناطق من كوكبنا حيث تتواجد الأمواج بصفة دائمة وقارة.

فالسواحل الأفريقية الغربية مثلا تعرف تلاطم أمواج تتشكل في عرض الأصور ثم تصل إلى شواطئ المغرب بسرعة 15 متر في الثانية؛ وقد قدر أن موجة ذات علو يبلغ 7,5 مترا تحتوي على قوة من 15,5 كيلواط للميليلتر الواحد.

وتطرح أنظمة استغلال هذه الكميات الوفيرة من الطاقة مشاكل شتى، وخاصة على المستوى التقني المتمثل في عدم ملائمة المنشآت المستعملة وصيانتها. وهناك بعض المنشآت التجريبية المعروفة بذوات «منقار البط» تمت إقامتها على مقربة من الشواطئ، وترتكز على نظام تشغيل غاية في البساطة إذ تقوم فتحات قمعية الشكل بتصريف قوة الأمواج إلى قنوات تنتهي إلى توربينات. وقد شرع بعض الباحثين في إنجاز دراسات لاستغلال التيارات البحرية العميقة مقترحين استعمال الكتل الضخمة من الموائع المتحركة، ذلك أنه قد تبين أن تيار الغولف ستريم الذي يمر في عرض فلوريدا ينقل عشرين مليون مترا مكعبا من الماء في الثانية الواحدة، مع طاقة كامنة في كل مقطع عرضاني قابل للضبط من الناحية النظرية يبلغ حوالي 25000 ميغاواط (1 ميغاواط = 1000 كيلواط). ولاستغلال تيارات من هذا القبيل، بدأ التفكير في استعمال سلسلة من التوربينات الصغيرة والمتوسطة ذات



فتحة قطرها 11م يتم تشغيلها مباشرة بواسطة التيارات. كما أن هناك مشروعا آخر لاستغلال الطاقة التي يوفرها مدّ وجزر المياه البحرية خلال الفترات الجزرية، وذلك بإقامة منشآت ملائمة في بعض المناطق الساحلية المحيطة بفرنسا وبريطانيا حيث يتوفر المدّ والجزر على مدى جدّ مهم.

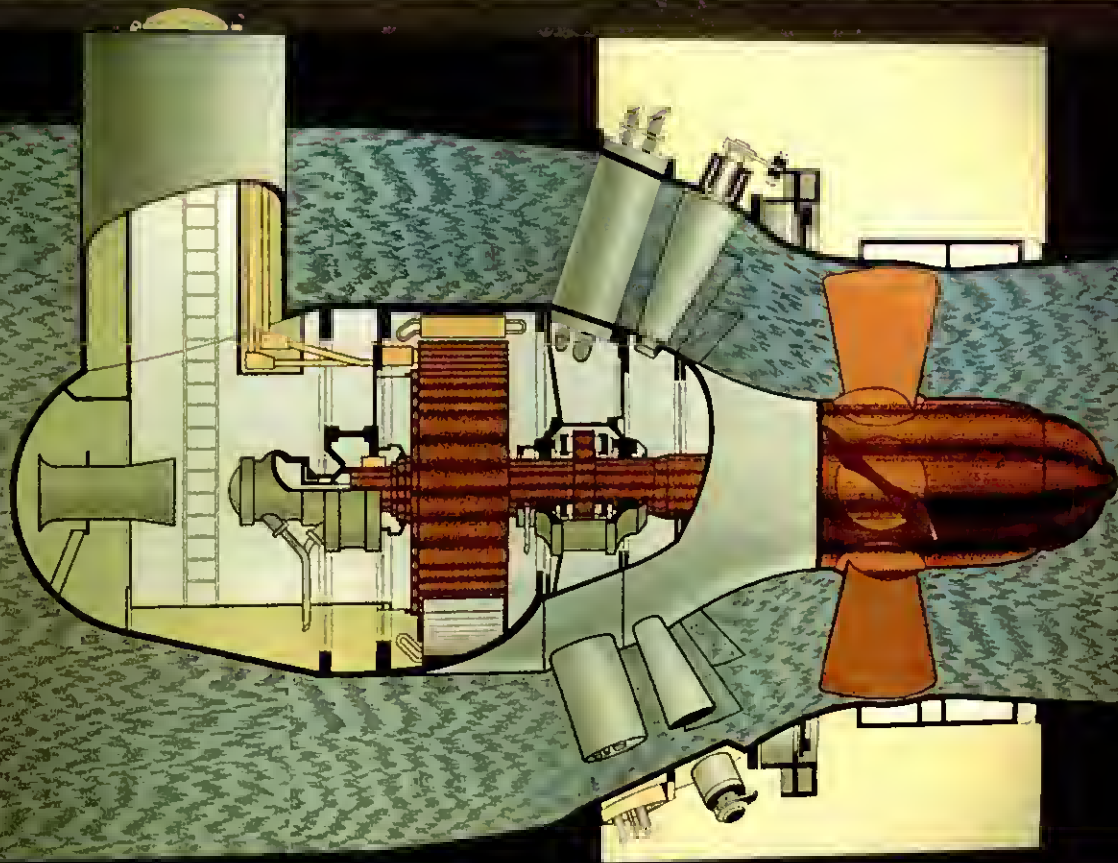


وتمثل طاقة المدّ والجزر مصدرا مهما قليل التكاليف بالنظر إلى بساطة المنشآت المستعملة وسهولة نقلها وتركيبها. وقد مكنت احدى التطبيقات الحديثة للطاقة الشمسية وملوحة المياه من انجاز منشآت هامة لانتاج الطاقة الكهربائية المحصل عليها عن طريق استغلال الطفرة الحرارية للمستنقعات ذات الملوحة المزدوجة. ويتطلب ذلك أن تكون المستنقعات القليلة العمق مشتملة على أملاح محلبة ذات كثافتين متباينتين بحيث تجعل كل الحرارة الشمسية تتمركز في القعر لتخلق هناك حرارة تتجاوز أحيانا 70 درجة مئوية. وبعد ذلك يمكن تحويل الطاقة الحرارية المتولدة إلى طاقة كهربائية.

في الصورة : محطة بحرية في سان مالو بفرنسا .

في الرسم : رسم بياني للمحطة .

تقع سان مالو في منطقة بروتاني وتتميز بقوة المد والجزر ، التي تمّ استغلالها لتوليد الطاقة المترددة التي تمثلها قوة البحر . وقد أقيمت هذه المحطة لتحويل الطاقة الحركية للمحيط إلى كهرباء . ويمثل المد والجزر مصدرا طاقيا ذا إيجابيات كثيرة لأن منشآت الاستغلال بسيطة التركيب وقليلة التكاليف .



المحطات الكهربائية

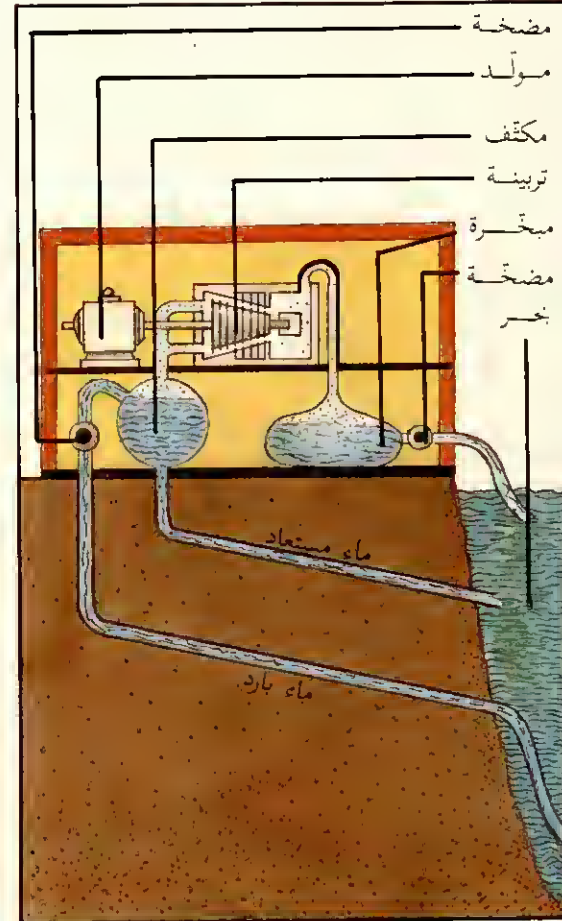
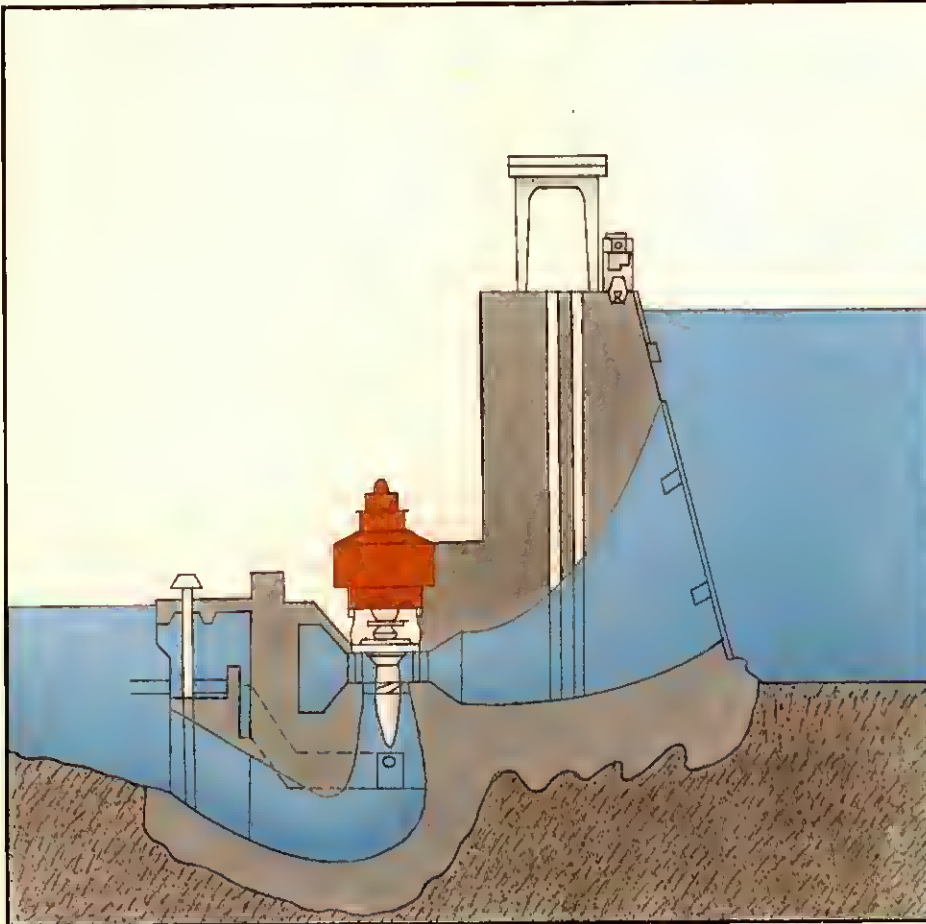
زودت بتجهيزات ضخمة لتوليد الطاقة الكهربائية. ويمكن تصنيف هذه التجهيزات حسب معيارين مختلفين هما: (1) المدى وفرق الارتفاع من جهة حيث يميز بين الكبرى والصغرى والمتوسطة ثم (2) طريقة التشغيل من جهة ثانية، إذ يتم التمييز ما بين المنشآت ذات الماء السائل وبين المنشآت ذات الخزّان. فالمنشآت ذات الماء السائل هي التي يكون فيها الماء جاريا لايعاد استعماله ولا يتم تخزينه. أما المنشآت ذات الخزّان، فهي المزودة بأحواض لحزن الماء المستعمل بمدى محدد وفي فترات ملائمة، وعادة ماتنهي السدود فوق المجاري المائية بالآجر والاسمنت



لقد ظهرت المحطات الكهربائية (الكهربائية المائية) وبلغت أوج تطورها خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين. وقد أقيمت المنشآت الأولى في مناطق تمكن فيها مساقط الماء من تشغيل التوربينات. وفيما بعد تم اختراع أساليب جديدة تتيح استغلال الماء بشكل مستمر. وهكذا شيدت أول السدود على أنهار ثم

الرسم أسفله : الى جانب المحطات البحرية هناك أنظمة أخرى تستغل البحر كمصدر طاقة . فبالإمكان الحصول على الطاقة كذلك بتوظيف الفارق الحراري بين الماء الدافئ على السطح والماء البارد في الطبقات العميقة في البحار الأستوائية . ويتم في هذه الحالة تبخير ماء السطح لتشغيل التربينات بالبخر الذي يكثف بعد ذلك بفعل مياه الطبقات العميقة الباردة .

الصورة جانبه : منظر داخلي لمحطة كهرومائية .
الرسم جانبه : نظام محطة كهرومائية : ينزل الماء من السد (يسارا) من خلال شبكة ، عبر أنابيب فولاذية الى غاية التربينات التي يوجد المولد تحتها . ويعود الماء الى النهر عن طريق سرداب يتوسّع لتقليص سرعة التدفق .

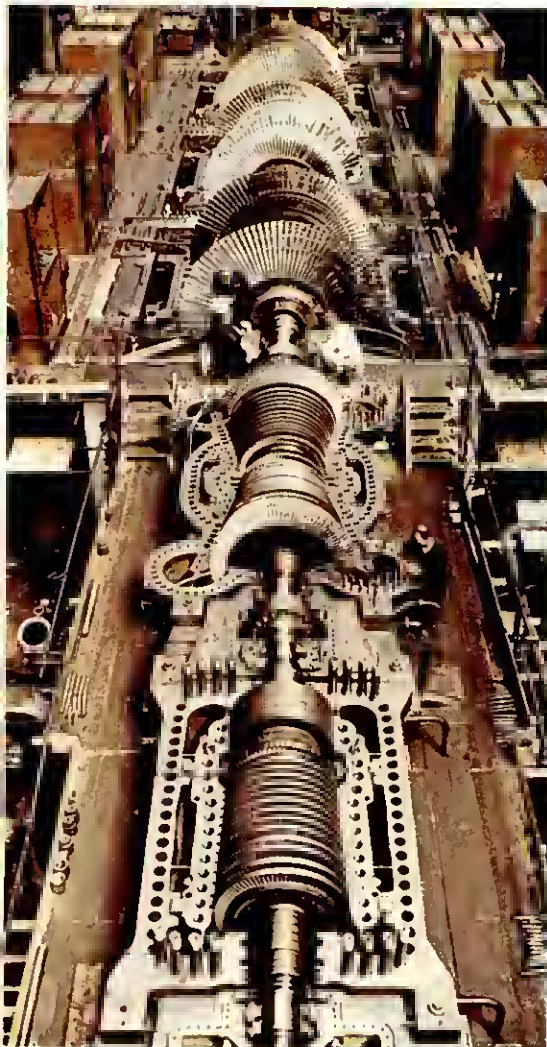


يتضاعف جهدها لتفادي التبدد المفرط. وهكذا فكل منشأة كهربائية مزودة بغرف خاصة وأطر للتحكم والضبط إضافة إلى التجهيزات التكنولوجية الحديثة والمتطورة التي من شأنها تحويل ونقل الطاقة المتولدة عن الماء. وهذا النوع من المحطات لا يستعمل سوى الماء وهي بذلك سليمة من الناحية البيئية إذ لاتحدث تلوثا مهما. كما أن من إيجابياتها استعمالها لمصادر دائمة لاتنقرض. وبفضل انجازات التكنولوجيا الحديثة، أمكن تجاوز العوائق التي تسببها العوامل الجوية، حيث أن كل محطة تكون مجهزة بمضخات معدة لامتصاص الماء وتضعيده عند الحاجة. وعندما يؤدي ماء المجاري مهمته، يعاد إلى الأحواض لانجاز دورة إعادة الاستعمال المتواصلة والتي لاتعرف النهاية.

في الرسم : نموذج ذو قذف واحد لتربينة بيلتون Pelton. ويبلغ القذف حده الأقصى عند تضاعف ضغط الماء.

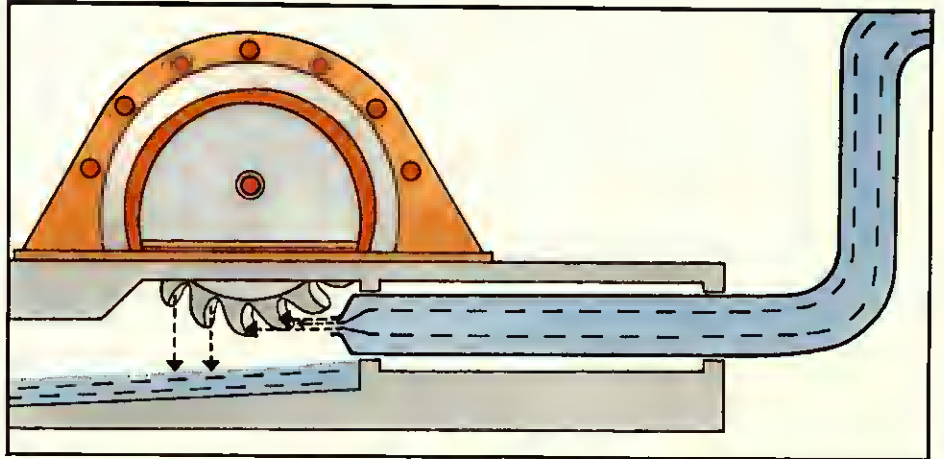
الصورة جانبه : تربينة بيلتون عادية.

الصورة أسفله : نظام تربينات في مولد.



المسلح أو بمواد معزولة وتقام المحطات عند سافلة الخزانات والأحواض الاصطناعية لتحقيق أقصى مايمكن من فارق الارتفاع وتمكين الماء من توفير أقصى درجات الطاقة الحركية. ويتم تصريف الماء في مجاري قسرية تكون في الغالب على شكل أنابيب فولاذية أو من الاسمنت المسلح، تلتحق بالخطة لتشغيل التوربينات. وتتكون التوربينات عادة من عجلة تقام على جانبها رياش أو شفرات، تشكل معها بنية فولاذية على شكل مقعر مفتوح عند أحد أطرافه. ومن هذه الفتحة يدخل قذف الماء الموجه الذي يسير البنية بأكملها.

وهناك أنواع مختلفة من التوربينات نذكر من بينها كلا من التوربينات بيلتون (PELTON) وفرانسيس (FRANCIS) وكابلان (KAPLAN) وهي تحمل أسماء مخترعيها. ويكمن الاختلاف ما بين هذه الأنواع في عدد الدورات المنجزة في الدقيقة الواحدة. وترتبط كل توربينة بمولد كهربائي بإمكانه تحويل الطاقة الميكانيكية للتوربينة إلى طاقة كهربائية. أما الطاقة المولدة فهي في الغالب ذات جهد منخفض لايتعدى 25 كيلوواط، وهي تنقل إلى الخطوط الكهربائية لتتحول بكيفية ملائمة حيث



الكهرباء والخطوط الكهربائية

التبديد المفرط أثناء مسيرة النقل. وعند نقطة الوصول يتم تحويل الطاقة إلى جهد مقبول وصالح للاستعمال، وذلك بواسطة أجهزة خاصة تعرف بالخطوط، وكانت الخطوط الأولى التي استعملت لمسافات قصيرة معدة لنقل التيار المتواصل وبعد ذلك أمكن مضاعفة المسافة بين نقط الإرسال ونقط الوصول بفضل انجاز مرّدات التيار التي تحول الطاقة المتواصلة إلى طاقة متعاقبة تتميز بتقليص تبديدها وقابليتها للاستعمال في جهود أقل انخفاضاً من الطاقة المتواصلة.

وقد مكّن التقدم التكنولوجي الحديث من انجاز خطوط كهربائية ذات مقاييس هائلة تصل أحيانا 600 كلم، وتستعمل التيار المتواصل. ويتكون الخط الكهربائي من موصلات عارية، تكون في الغالب من النحاس والفولاذ - الألمنيوم والألدري وهو مزيج من الألمنيوم والسيليسيوم والمغنيسيوم المنصهرة فيما بينها. وتستعمل الموصلات النحاسية على شكل خيوط ذات مقطع دائري على شكل حبال مع تدوير مروحي، أما موصلات الفولاذ - الألمنيوم والألدري فتستعمل فقط على شكل حبال يكون لمقطعها المركزي دور المقاومة الآلية بين

يعد الكهرباء الطاقة الأساسية في القرن العشرين، إذ باتت مؤثرة بشكل فعال على حياة الانسان اليومية وانشطته المختلفة، بحضورها في جميع المرافق والميادين الاقتصادية والصناعية والفلاحية وغيرها. فيكفي النظر من حولنا للموقف على أهمية هذه الطاقة من خلال جميع الآليات التي تعمل بالكهرباء بدءا بلوازم البيت بما فيها أجهزة المطبخ والمصابيح والثلاجة والتلفاز والراديو وآلة الغسيل والمكواة وغيرها. أما خارج المنزل فالعناصر المتوقفة على الكهرباء لا تحصى انطلاقا من المصعد والسيارة والميترو في بعض البلدان ومصابيح الشارع وأضواء النيون وما إلى ذلك من الآليات والأجهزة. وهكذا يمكن القول بأن الطاقة الكهربائية تبهرنا بكيفية واضحة على الحياة في القرن الحالي.

وقد كان إنسان العصور القديمة ينظم حياته اليومية تبعاً لمدة استغراق ضوء النهار، إذ يبدأ نشاطه عند شروق الشمس ليتوقف عند غروبها. وفيما بعد اكتشف النار كأداة للدفاع ثم للتدفئة والاستضاءة من خلال موقد النار. ومالئنا الإنسان أن توصل إلى استعمال مصباح الزيت والغاز قبل أن يهتدي إلى الطاقة الكهربائية كوسيلة ناجحة للاستنارة.

ومع ظهور التجارب الأولى في ميدان الكهرباء، طرح مشكل نقل الكهرباء وايصال طاقته إلى مسافات بعيدة من مصدرها، وفي سنة 1777 عرض اليساندرو فولتا (A. VOLTA) فكرة مفادها أن بإمكان أسلاك حديدية مدعمة بأعمدة من خشب، أن تنقل الكهرباء الذي يتم انتاجه بواسطة البطاريات الفلظية، من مكان إلى آخر. وقد انجزت أول تجربة لنقل الكهرباء في ايطاليا سنة 1884 بمدينة تورين تحت إشراف غاليليو فيراريس (Galileo FERRARIS): فمن إحدى منشآت الإرسال ثم بث الطاقة الكهربائية عبر أول خط تجريبي إلى مسافة 42 كلم. ولكي يتم الإرسال عبر الخطوط لابد من القيام في مصدر الانتاج بتحويل الطاقة إلى جهد أعلى لتفادي

جانبه : أهم الأجهزة الكهربائية ذات الاستعمال المنزلي . ثلاجة وغسالة وتلفاز وآلة تسجيل .



دعامتين، بينما خيوط الألمنيوم المجدولة فيما بينها، تستعمل لنقل التيار، ويستعمل الموصل النحاسي في خطوط النقل الصغرى والمتوسطة بينما تستعمل موصلات الفولاذ - الألمنيوم والألدري في الخطوط الكبرى ذات الجهد العالي. وتولى أهمية قصوى لمرايط التماس العازلة التي تدعم الخطوط نفسها. ويتم اختيار المواد العازلة طبقا لبعض المعايير الخاصة كجهد تيار الخط وظروف الطقسية كتواجد الضباب وبرودة أو حرارة المنطقة الى غير ذلك من العوامل. وتصنع العازلات عادة من خزف خاص أو من زجاج، وهما مادتان تتوفران على عامل تمدد مرتفع. ويكمن دور العازلات في تفادي تفريغ التيار الذي يسري في الخطوط تحت تأثير الفوتوتر الطرقي أو اضطرابات إشعاعية أو عوامل طقسية كالبرق أو الصاعقة، وفضلا عن ذلك، فالعازلات تصنع على شكل كؤوس



وذلك لصيانة الخطوط من التلف بسبب الامطار والرطوبة. وتقام الخطوط عادة على دقارنة أو وشائع حديدية ذات مقطع مخروطي هرمي، بقاعدة مربعة وممددة وقمة رحيمة، وذلك حين تكون المسافة المغطاة طويلة جدا وأرضية المناطق المعبورة جبلية. وفي هذه الحالة يجب أن تكون الحبال موضوعة على علو متوسط أو كبير. وتستعمل أعمدة من الأسمنت المسلح بالنسبة للخطوط التي تنقل تيارات ضعيفة ويكون ارتفاعها متوسطا. وفي الحالة الأولى توضع الحبال بعيدة بعضها عن بعض لتفادي تماسها تحت تأثير الرياح أو العوامل الجوية المختلفة. أما في

الصورة جانبية : محطة كهرومائية ، وتظهر بها المجاري القصرية والمحولات .

الصورة أسفله : دقارين للنقل المسافي للتيار الكهربائي .

وتصنع الخيوط نقل التيار من النحاس وهي أسلاك ذات مقطع دائري أو حبال بتلفيف مروحي . وتستعمل لخطوط النقل الصغرى والمتوسطة ، أما الخطوط الكبرى فتعتمد على حبال من الفولاذ المألنيوم ومن الألدري .



تستعمل الحبال الكهربائية الباهظة الثمن. وهذه الأخيرة تكون ضرورية لنقل التيار الجهد العالي عبر البحار وكذلك لنقل التيار المتوسط عبر الاماكن الآهلة بالسكان وذلك لأسباب أمنية أو جمالية أحيانا. ويختلف الحبل الكهربائي عن الحبل العاري بكونه ملفوفا في مواد عازلة مصنوعة من الورق المبلىل بالزيت، ومن المطاط ومادة لدنة بالحرارة أو الغاز المضغوط وتختلف الطبقات العازلة حسب اختلاف الجهود الكهربائية التي تحترقها. فكلما كان جهد التيار عاليا كلما كانت الطبقة العازلة أكثر متانة وسمكا. ولوضع الحبال، يمكن دفنها تحت سطح الأرض حيث تقيها أنابيب من الآجر أو الاسمنت، كما يمكن وضعها عالية في الهواء، في حالة المنشآت الصناعية والكهربائية وغيرها.

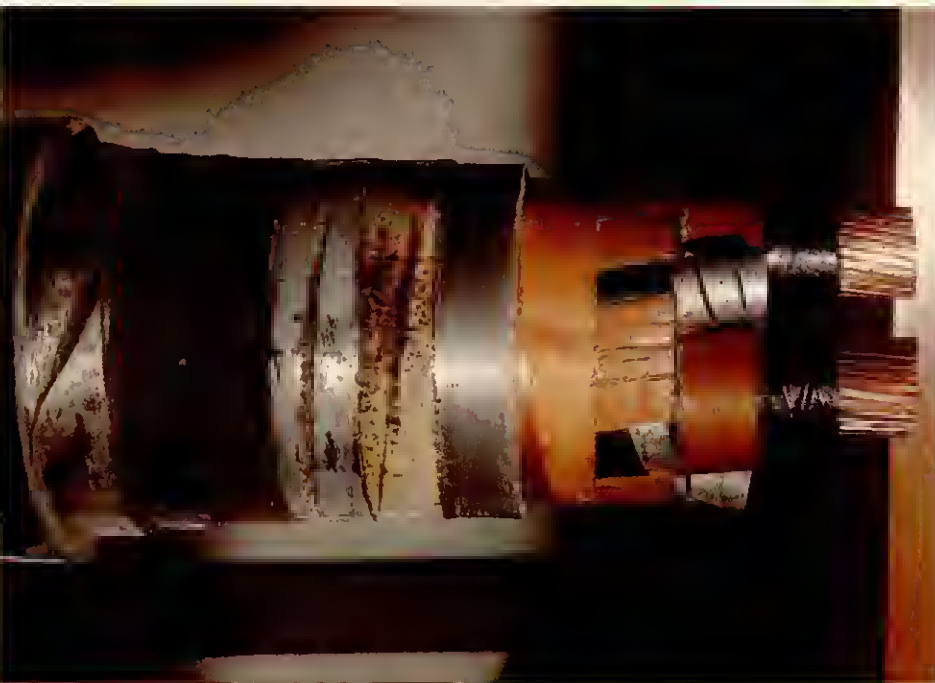
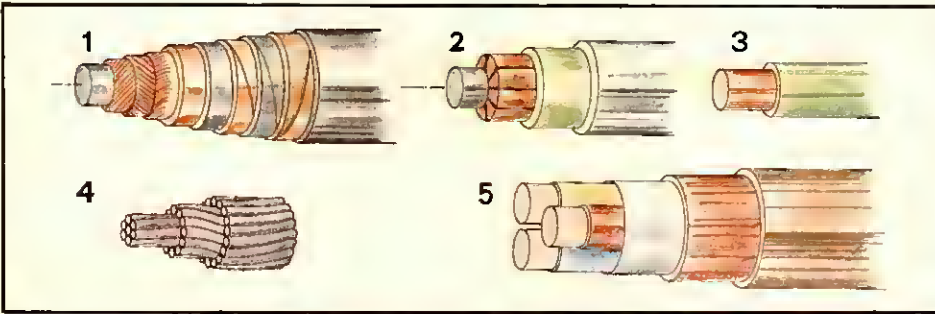
وتحتاج الخطوط الكهربائية الى صيانة دائمة لكي تحافظ على فعاليتها. إذ لابد من القيام بعمليات تفقد وتفتيش مستمرة خاصة بالنسبة للمواد العازلة والموصلات ودعامتها ليتأتى التدخل السريع في بداية الأعطاب قبل أن تستفحل، وبطبيعة الحال، فهناك اختصاصيون وعمال تقتصر مهمتهم على هذه الصيانة والمراقبة المتواصلة.

الحالة الثانية فالحبال تكون ممدودة على شكل خطوط. ولتجنب الاضطرابات الخارجية التي قد تلحق بالخطوط تمتد بين الدعامات والاخرى حبال من الفولاذ المزنك تفرغ الطاقات المشوشة في الأرض حيث تقوم الحبال المزنكة بتبديدها. وأثناء صناعة الخطوط، يجب أن يراعى احتمال وجود عناصر مشوشة كالاسلاك الهاتفية ومحطات البث الاذاعي وغيرها.

وقد رأينا سابقا أن نقل الطاقة الكهربائية يتم بواسطة حبال عارية، إلا أنه في بعض الحالات الخاصة،

أسفله : محوّل يقوم بتحويل التيار الكهربائي حسب الحاجيات .

في **الرسم جانبه** : مختلف أنواع الحبال المستعملة لنقل التيار : 1 و 3 : الحبال حبال تحاورية معزولة بالزيت أو البلاستيك ؛ 2 : خيوط هوائية ؛ عارية ؛ 4 : حبل مغطى بمادة نسيجية تنقل التيار الى محطات محلية حيث يوزع منها على البيوت بواسطة حبل مغطى بالرصاص أو الألمنيوم . (5)



المفاعلات النووية

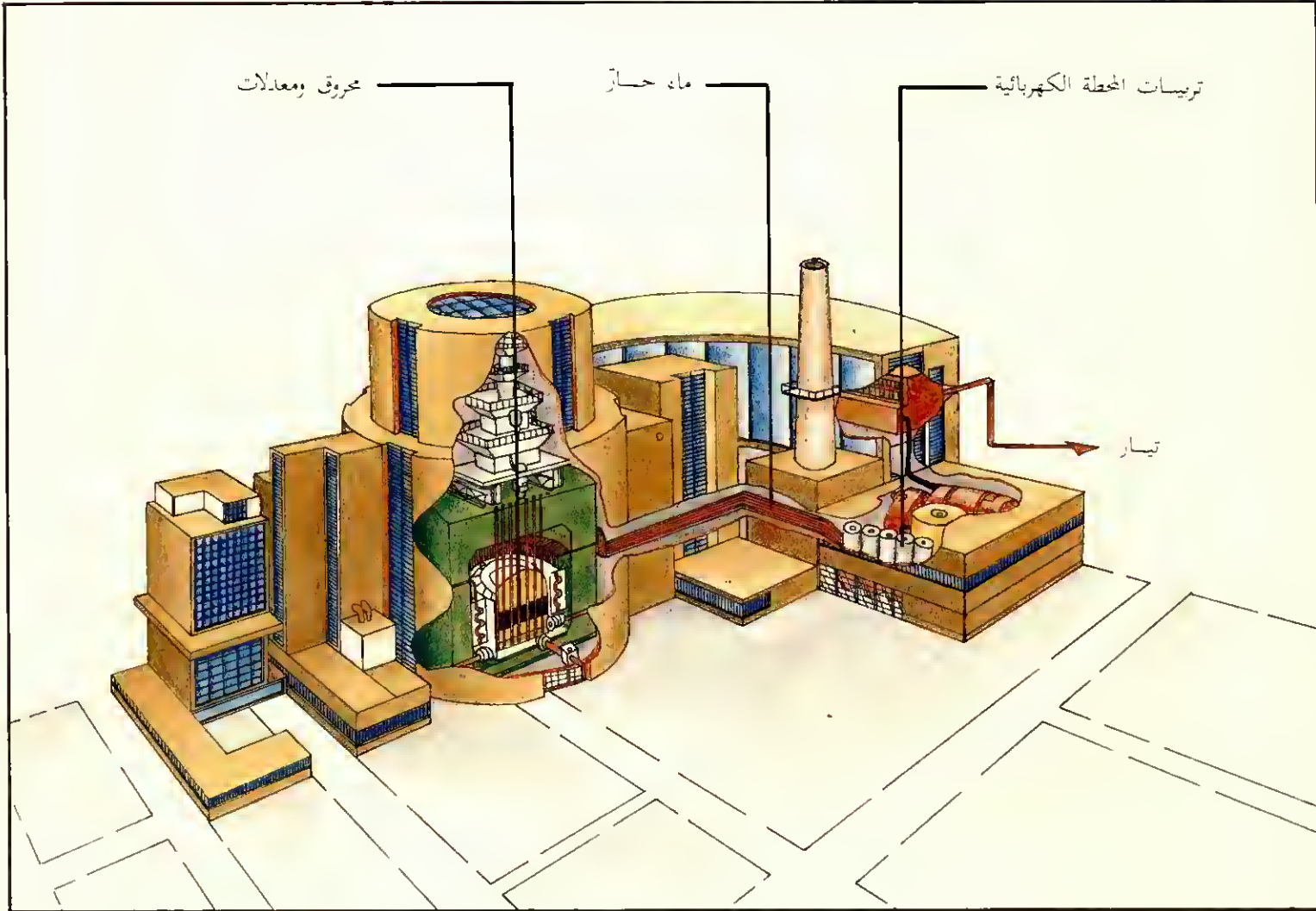
كتلة مختلف، وتسمى مثل هذه المادة بالشطورة لأنها قابلة لتحمل الانشطار الذري، أي السيورة المسلسلة التي تؤدي الى انقسام الذرة الى جزئين وبالتالي الى انتاج كمية هائلة من الحرارة المستعملة لأغراض طاقة، وعن طريق

إن المفاعل النووي الذي يعرف عادة بالبطارية النووية جهاز تكنولوجي يتم فيه التفاعل المسلسل للمحروق النووي وتستخرج منه الطاقة الحرارية على شكل بخار، لتستعمل في تشغيل التربينات التي تحولها الى طاقة نووية.

محطة نووية تقوم على التفاعل المسلسل للذرات الأورانيوم . وتولد طاقة هائلة ذات استعمالات كثيرة ومردودية اقتصادية هامة . إلا أنها غاية في الطورة في حالات وقوع حوادث نووية . ولتفادي ذلك ، تجهز هذه المحطات بنظام أمني جد معقد .

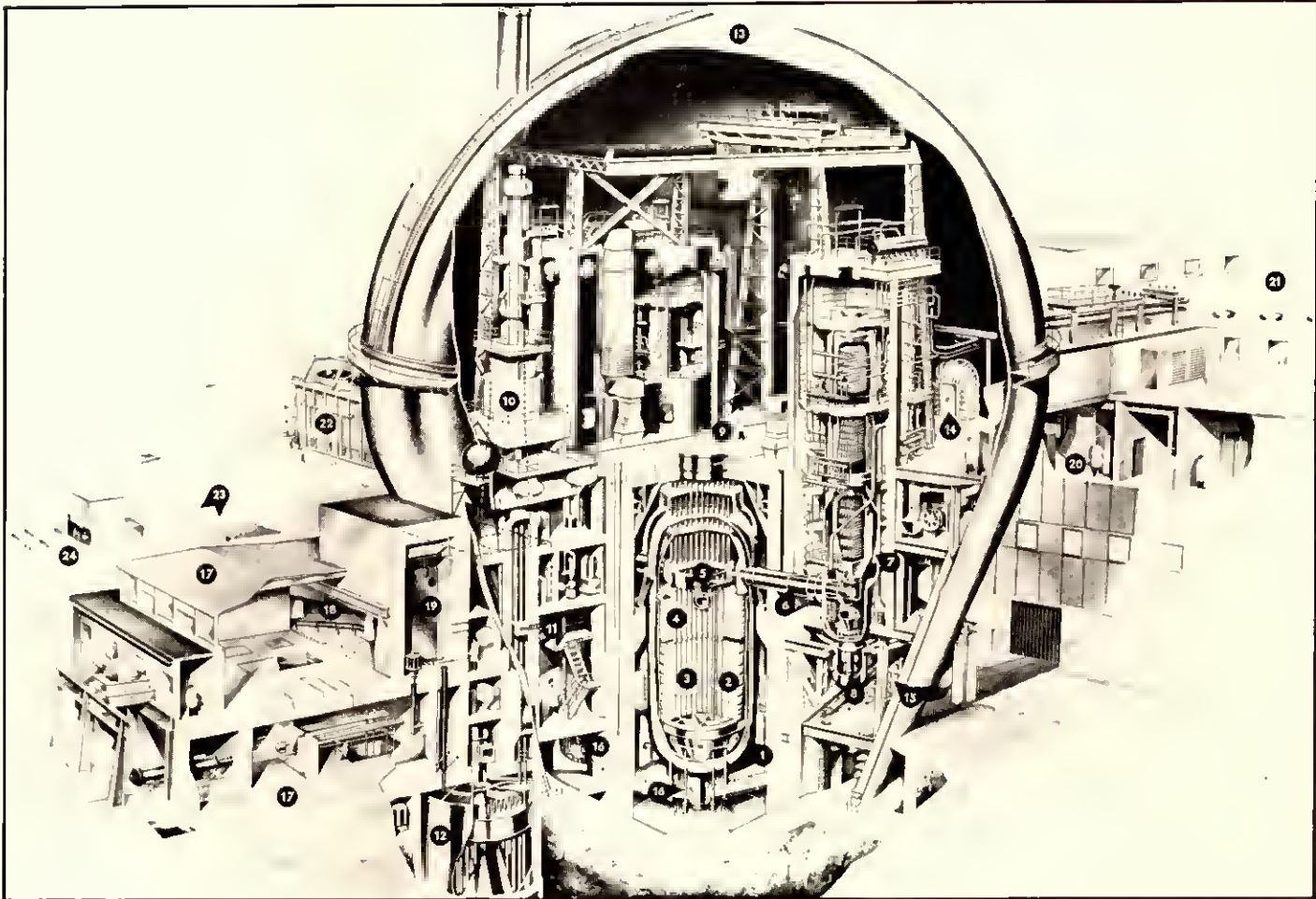
في الرسم : رسم لمقطع محطة نووية .

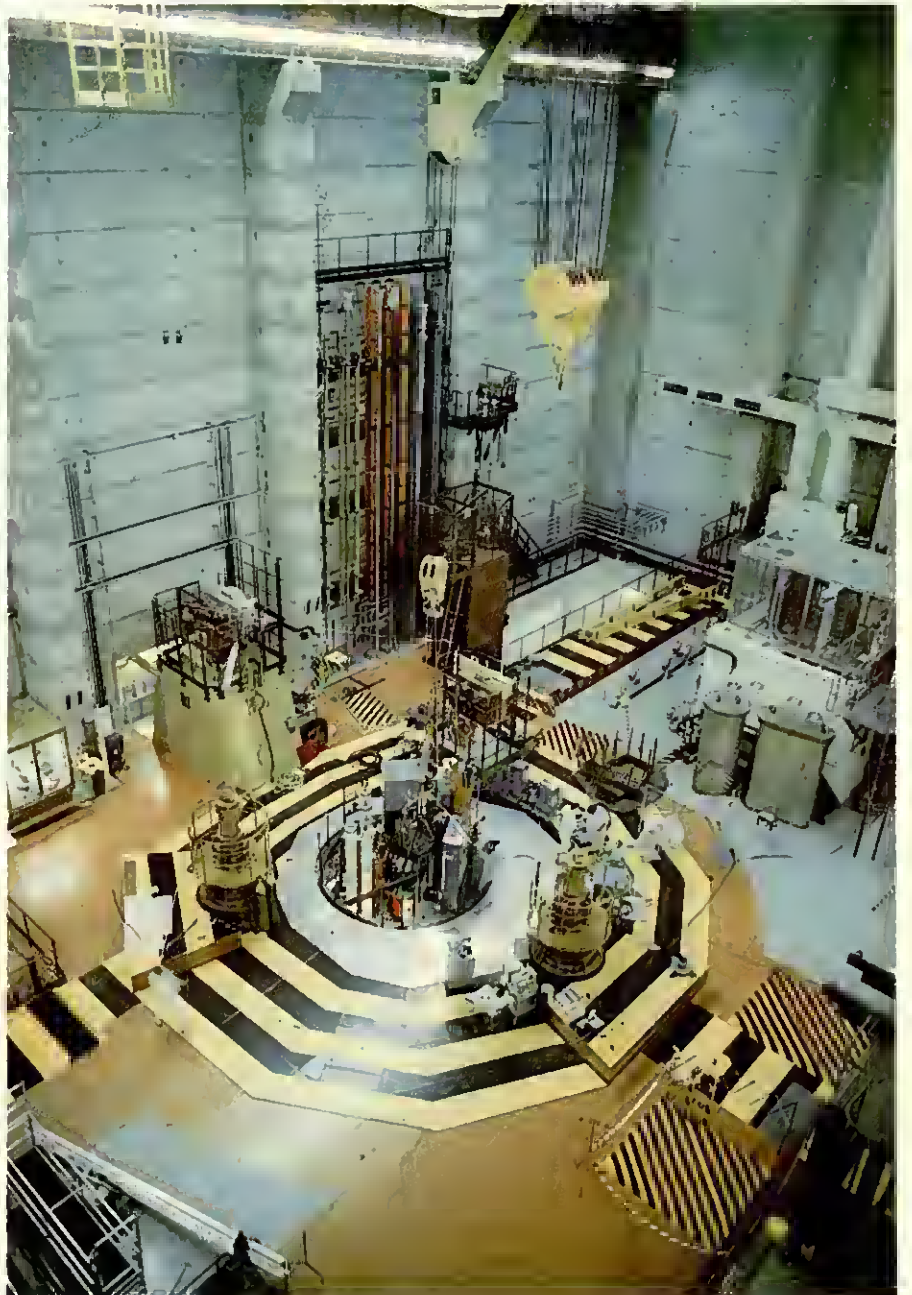
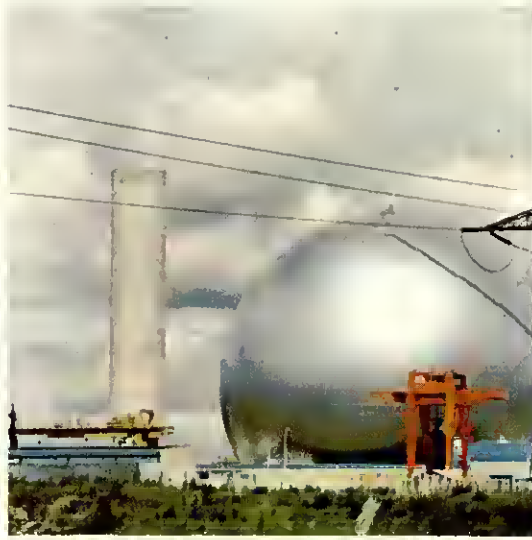
والعناصر الأساسية المكونة لمفاعل نووي هي على التوالي : المادة الشطورة أو القابلة للانشطار أو المحروق والمعدّل والعاكس وقضيب المراقبة والشاشة والمبرد . ويتكوّن المحروق أو المادة الشطورة عادة من الأورانيوم الزائد المركبات، الذي يكون في حالته الطبيعية على ثلاثة أشكال مختلفة ذات وزن ذري متساو وعدد



الانشطار الذري، يتحول الأورانيوم الى باريوم (معدن فضي) قابل لأن يعاد استعماله كمشحون، ويحضر المشحون عادة على شكل أقراص أو قضبان ويوضع في أغلفة واقية ثم يدرج في نواة المفاعل. وأثناء عملية الانشطار الذري، يجب الحرص على مراقبة التفاعل المسلسل باستمرار لتفادي السرعة المفرطة التي تتخذها النوترونات فيؤدي انقسام الذرة الى انفجار نووي بتحول التفاعل الى قنبلة ذرية. ولتجنب هذا الخطر يزود المفاعل بمعدلات تجعل النوترونات تقلص تدريجيا من سرعتها. وتقوم المعدلات فضلا عن ذلك بدور الحفاظ داخل الذرة على عدد قار من النوترونات أثناء دورة الاحتراق، تفاديا لتوقف التفاعل في حالة نقصان النوترونات، ولخطر انفجار نووي في حالة تضاعفها. أما العاكس فيستعمل للحد من ضياع النوترونات المفرط والمحتمل عبر جدار النواة. وتكون هذه الأخيرة في الغالب مكونة من الغرافيت أو البيريل (الزمرّد المصري) وتلف نواة المولد والمادة المستعملة كمعدل. وتقوم قضبان الضبط عند الحاجة بوقف التفاعلات المسلسلة، وهي مكونة من مواد خاصة كالبرون والكاديوم والسليوم (الهنفيوم)، وهي مواد ذات قدرة

المفاعل النووي (ADVANCED GAS-COOLED PEACER) ويعمل بمادة شظورة وهي ثاني أوكسيد الأورانيوم (A.R.C) ويقوم فيه الغاز الكربوني بنقل حرارة تتراوح درجاتها ما بين 500 و 575 درجة مائوية. وهو نموذج يستعمل نظام مفاعل يبرد بالغاز. وهو يشتمل أساسا على العناصر التالية : 1. صندوق كبير ؛ 2. معدل الغرافيت ؛ 3. قنوات المواد الشظورة ؛ 4. تفليذ الوقاية من النوترونات ؛ 5. غرفة تفرغ الغاز ؛ 6. قنوات نقل الغاز ؛ 7. محارة ؛ 8. تجهيز ضخ الغاز ؛ 9. دارات استبدال المواد الشظورة ؛ 10. أنظمة تجديد المادة الشظورة ؛ 11. مستودع الخزن المؤقت للمادة الشظورة المستعملة ؛ 12. ناعورة نقل المادة الشظورة المستهلكة ؛ 13. غرفة المفاعل وهي من الفولاذ ؛ 14. منخل دخول العاملين ؛ 15. منخل إدخال المواد ؛ 16. دارات التجارب ؛ 17. بناية خزن المواد الشظورة الجديدة ؛ 18. معمل تحضير عناصر المادة الشظورة ؛ 19. خلية تفكيك عناصر المادة الشظورة ؛ 20. غرفة المراقبة ؛ 21. غرفة التربينات ؛ 22. أبراج التبريد ؛ 24. أجهزة معالجة الحمض الكربوني وانهيدريد الكربون .



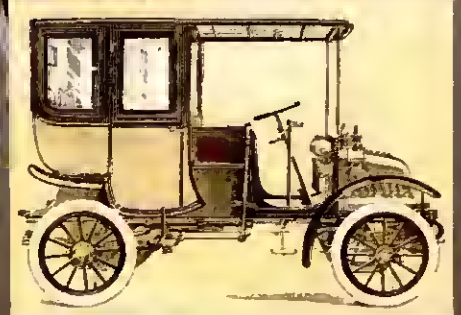
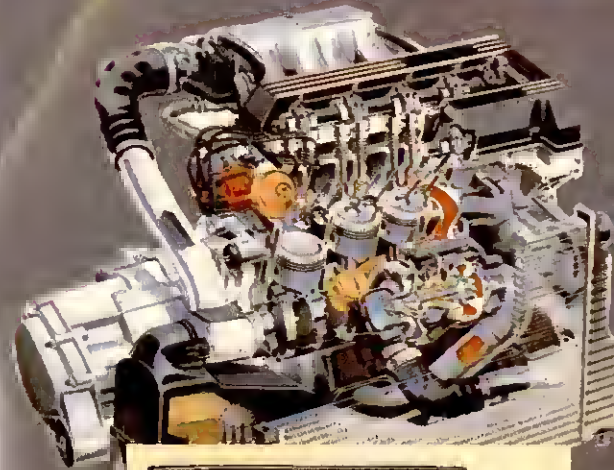
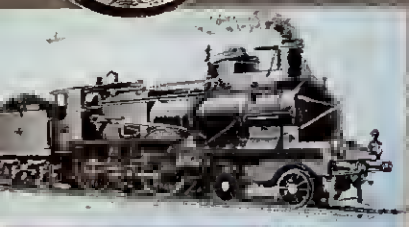
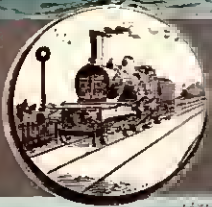


فائقة في امتصاص النيوترونات. ويتم إدراج القضبان كلبية في نواة المفاعل وتخرج ببطء عند انطلاق التفاعل المسلسل ثم يعاد إقحامها ثانية عندما يتعرض المفاعل الى عوائق ظرفية كخلل في عمله أو تلوث في المحرق مثلاً، وأثناء سيرورة الاحتراق النووي، تتطور في الاطراف المجاورة مباشرة من المنشآت اشعاعات كثيرة، كأشعة غاما والنيوترونات والدقائق الأولية المتعادلة وغيرها، ولتجنب ذلك، يجب تغليظ المخططات بمواد من شأنها امتصاص أو تخفيف مثل هذه الاشعاعات لجعلها دون مستوى الكمية التي قد يتحملها جسم الانسان، ويحاط المفاعل بظهيرية من الاسمنت المسلح تشتمل كذلك على مواد شديدة الامتصاص كالبورون والرصاص والألمنيوم ولها أحيانا سمك يتجاوز عدة أمتار. ومن الاحتراق النووي الذي يخزن كمية كبيرة من الحرارة، تستخلص الطاقة الحرارية بواسطة سوائل مبردة من بينها الغاز والماء. ويتم إدخال الغاز المبرد من أسفل النواة على حرارة تبلغ 200 درجة مئوية، ويقوم بملامسة قضبان المحرق ثم يخرج من أعلى ليرسل بعد ذلك الى المحرار (مبادل الحرارة) عند حرارة تصل حوالي 400 درجة مئوية. ويقوم المحرار بتحويل الغاز المسخن الى بخار يرسل فيما بعد الى التربينات. وفي حالة استعمال الماء، يتم ادخاله عند قعر النواة حيث يبدأ مباشرة في الغليان، ومن هناك تتم تقنيته في مجمعات تستخلص منه البخار. وللماء سلبية تتمثل في الامتصاص الجزئي للاشعاعات، ولذلك يجب توليده من جديد، وبعد أن تنتهي سيرورة انشطار المحرق النووي، أي الاورانيوم، يسحب من النواة ليُدخل في أحواض كبيرة حيث يودع عدة أيام لتقليص نشاطه الاشعاعي. وهكذا يتحول الأورانيوم الى بلوتونيوم، وهو عنصر يحتوي على نسبة قليلة من النشاط الاشعاعي، وتحفظ نفايات البلوتونيوم في براميل من رصاص وتخزن في مزابيل خاصة مسموح باستعمالها لهذا الغرض. وقد أجريت دراسات تكنولوجية حديثة، أظهرت إمكانية إنشاء مفاعلات جديدة تحول المحرق الاصلي الى مادة شظيرة أخرى.

وأثناء الاحتراق النووي، ويعد عند سيرورة التبريد، يمكن أن تنتج داخل المنشآت بخارات اشعاعية النشاط تفرغ في الأجواء، ولذلك، يتم تزويد المخططات النووية بمراكز ارضادية لدراسة الرياح مما يساعد على تفادي نقل تلك البخارات الى الأماكن الحضرية أو ذات الكثافة السكانية. ولهذا السبب كذلك تقام المخططات النووية في المناطق المعزولة.

أعلاه : محطة نووية بأفوان في منطقة شينون بفرنسا .
جانبه : محطة شينون ؛ منظر من الداخل

الانسان والآلة



الآلة البخارية

ينص أول مبدأ للديناميكا (أو مبدأ السكون) على

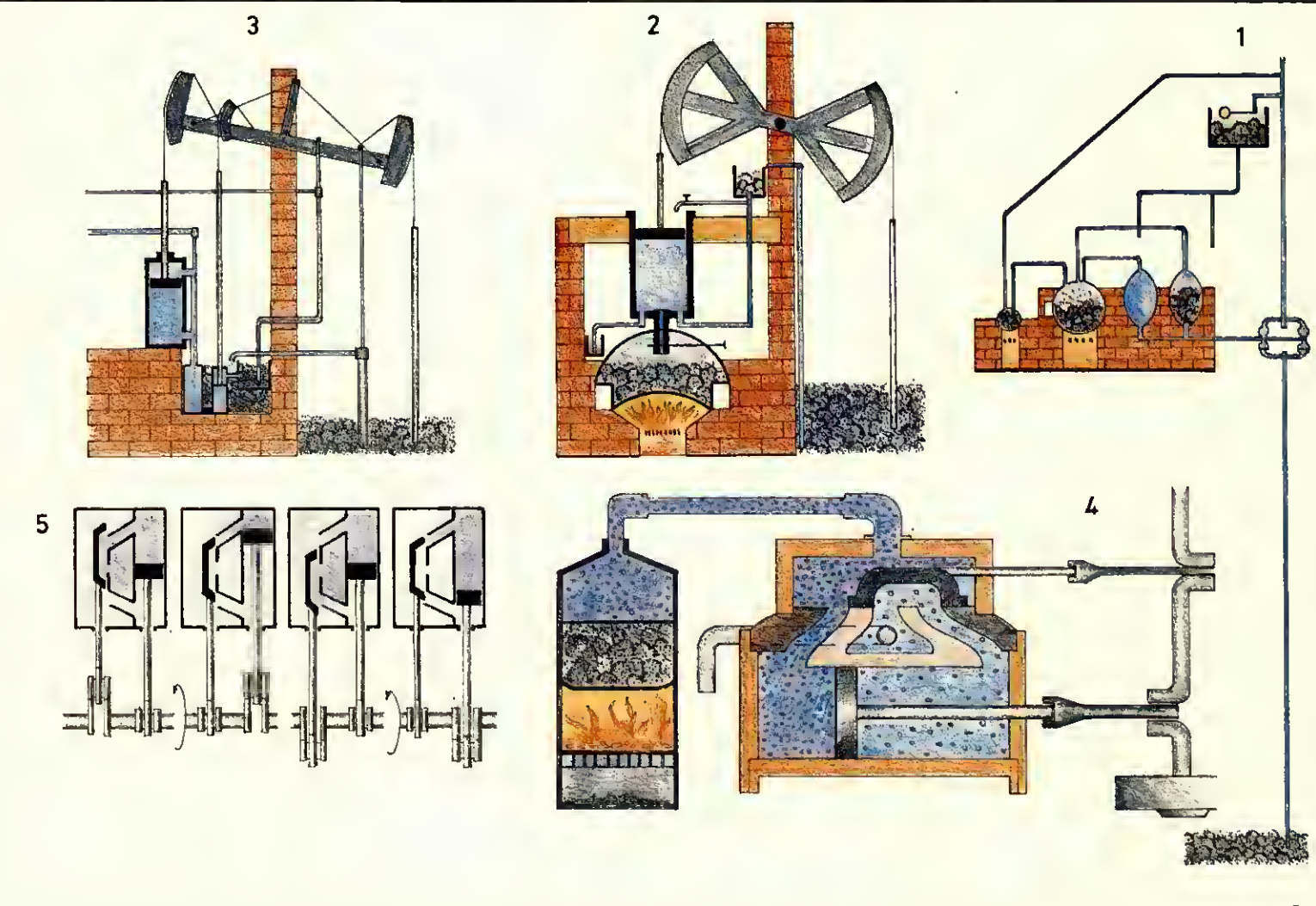
ما يلي:

«إن كل جسم يميل الى الاحتفاظ بحالة السكون أو الحركة المستقيمة الى ان تتدخل قوى خارجية لتغير من تلك الحالة». فإذا قذفنا بحجر، فسوف يتبع في مسيرته خطاً مستقيماً لمدة زمنية معينة الى ان ترغمه قوة الجاذبية على السقوط على الأرض. ويتجلى مبدأ السكون كذلك عندما نريد نقل جسم ما: فهو يميل الى البقاء ساكناً أي مقاوماً للقوة التي نستعملها لرفعه أو زحزحته، الى أن تتغلب هذه القوة على سكونه فيرسخ لها ويتحرك. ونستخلص من

مثل هذه الظواهر المبدأ الثاني للديناميكا وهو كالتالي: «إن التسريع متناسب مع القوة المحركة المستعملة»

وباهتمامنا بظاهرة التسيير والدفع يمكن ابراز المبدأ الثالث للديناميكا وهو «مبدأ الفعل ورد الفعل» وهو كالتالي: «لكل فعل رد فعل مناسب مماثل له أو معاكس»

وانطلاقاً من هذا المبدأ تعمل غازات الاحتراق بضغطها (عمل) داخل غرفة الاشتعال في محرك نفثات مثيرة رد فعل مناسب (مماثل أو معاكس) يتمثل في الدفع الى الأمام بوسيلة النقل.



الضغط الجوي المكبس نحو الأسفل. وهكذا يسقط الماء من جديد من المولد حيث تدخل كمية جديدة من البخار وتعاد الدورة كاملة.

وخلال النصف الثاني من القرن الثامن عشر اخترعت آلات بخارية أكثر فعالية بفضل انجازات جيمس واط (J. WATT) الذي أدرك النقطة التي تضيق فيها الحرارة في نظام التسخين والتبريد المتعاقب داخل مولد البخار. وهكذا أفلح عن تكثيف البخار في المولد ليقوم بذلك داخل مكثف معزول. وهكذا تم اختراع الآلة البخارية ذات المفعول المزدوج المعروفة حاليا بالتحرك التعاقبي الذي تم إيداع براءة اختراعه سنة 1782. وفي هذه الآلة يكون جزءا مولد البخار الأسطواني (أي الأعلى

وقد سبق لليونارد دي فانسني (L. de Vinci) أن وضع قوانين الديناميكا هذه والتي تمثل الأسس النظرية لحركة الاجسام وبالتالي لوسائل النقل.

وسوف نتعرض في مقام أول للآلة البخارية. فكلنا يعلم أن الماء حين يسخن عند حرارة تبلغ مائة درجة يبدأ في الغليان، وإذا استمر تسخينه بعد ذلك فالماء والبخار يحتفظان بحرارة من مائة درجة. إلا أنه عند هذا المستوى تستمر الحرارة في تحويل الماء (السائل) الى بخار الماء (غاز)، وتحويل الماء الفائز إلى بخار يتطلب طاقة تفوق ست مرات الطاقة اللازمة لايصال الماء من نقطة التجمد الى نقطة الغليان، فإنه من السهل استخلاص أن البخار يحتوي على كمية هامة من الطاقة. وقد ظهرت أولى المحاولات لصناعة الآلات العاملة بطاقة البخار خلال القرن السادس عشر، وفيما بعد، أي سنة 1698، قام الإنجليزي توماس سافري (Th. SAVERY) بإيداع براءة اختراع آلة يبرد فيها البخار بتكثيفه في وعاء. وهكذا يتساقط الماء في الوعاء ويقوم الضغط بتصعيد الماء الى أعلى. ورغم ما يمثله هذا النظام من خطورة بالغة، فيمكن استعماله مثلا لضخ الماء في المزارع والضيعات.

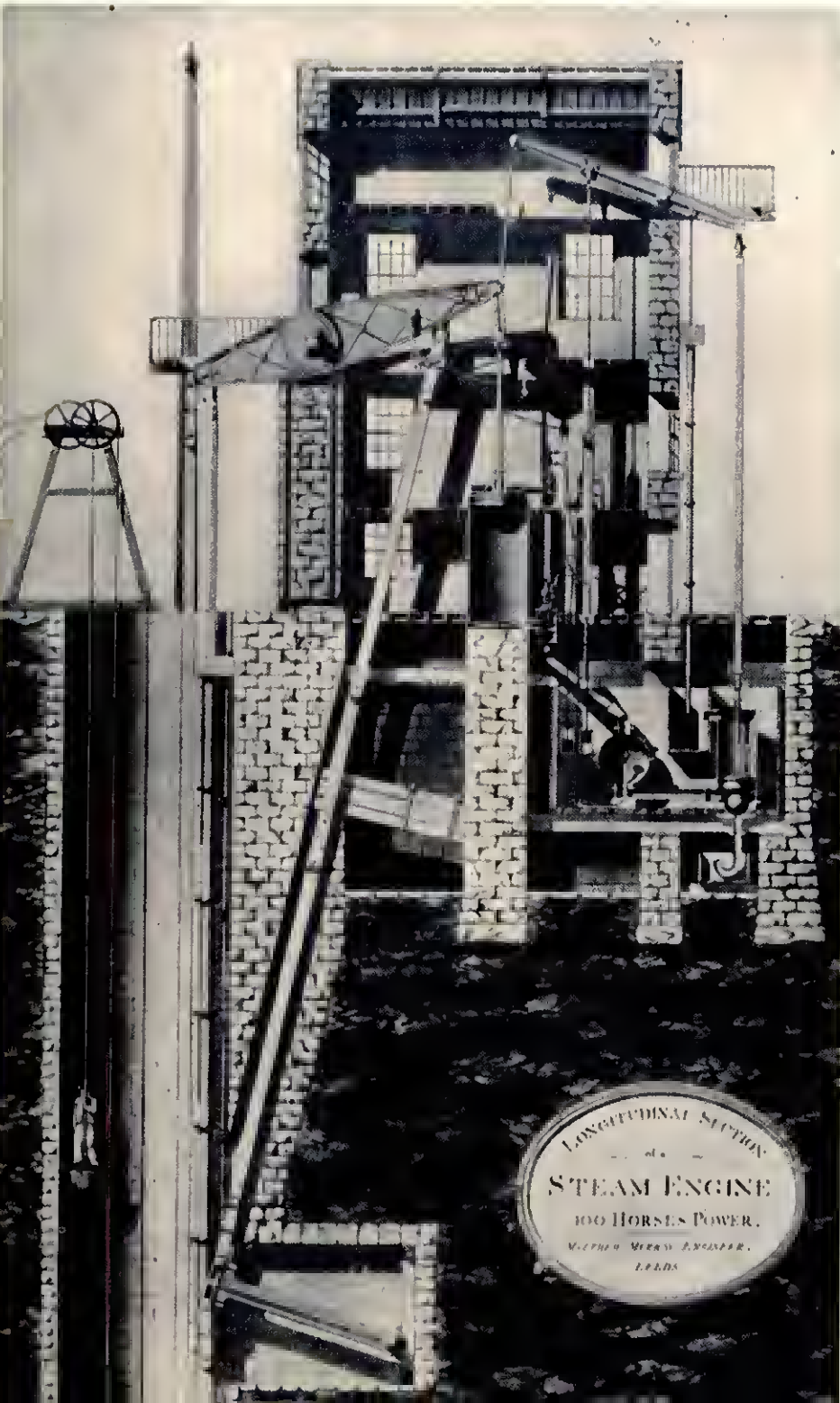
وبعد سنوات من ذلك قام الإنجليزي آخر، وهو توماس نيوكومان (Th. Newcomen) باختراع آلة لن تستغل سوى الجزء الأول من اختراع سافري، أي امتصاص الماء عن طريق تكثيف البخار. وفي نظامه، يصدر البخار عن مرجل مولد للبخار ثم يدخل في جسم مضخة عمودي دافعا مكبسا نحو الأعلى. ويتم تبريد مولد البخار بالماء لتكثيف البخار تاركا فراغا جزئيا، آنذاك يدفع

الرسم 1: آلة سافري SAVERY البخارية (1702) :
يكثف البخار تعاقبيا في (أ) و (ب) مع ماء الخزان (ج). ويتم امتصاص الفراغ الحاصل داخل الأنبوب (د).

ويزود المرجل الكبير (هـ) من المرجل الصغير (و) .
الرسم رقم 2: آلة نيوكومان NEWCOMEN (1712) : يرتفع المكبس تحت ضغط البخار وثقل العصا (أ) ثم ينزل تحت ضغط الهواء .

الرسم 3: محرك واط WATT البسيط (1788) حيث يكثف البخار في (أ) . الرسم 4: محرك ترددي : ينطلق بخار الماء من المرجل إلى غرفة التوزيع والأسطوانة حيث يقوم بتشغيل المكبس الذي يدير الساعد . الرسم 5 : محرك تعاقبي : يعمل الصمام بواسطة انخوار الأساسي فيفتح ويغلق بالتناوب الاتصالات بين نصفي الأسطوانة : ويؤثر البخار تعاقبيا على جانبي المكبس .

جانبه : تجهيز معقد لتشغيل مضخة في قعر منجم للفحم .



والأسفل) مرتبطين بالمكثف. بكيفية تمكن البخار من تحريك المكبس سواء نحو الأسفل أو نحو الأعلى.

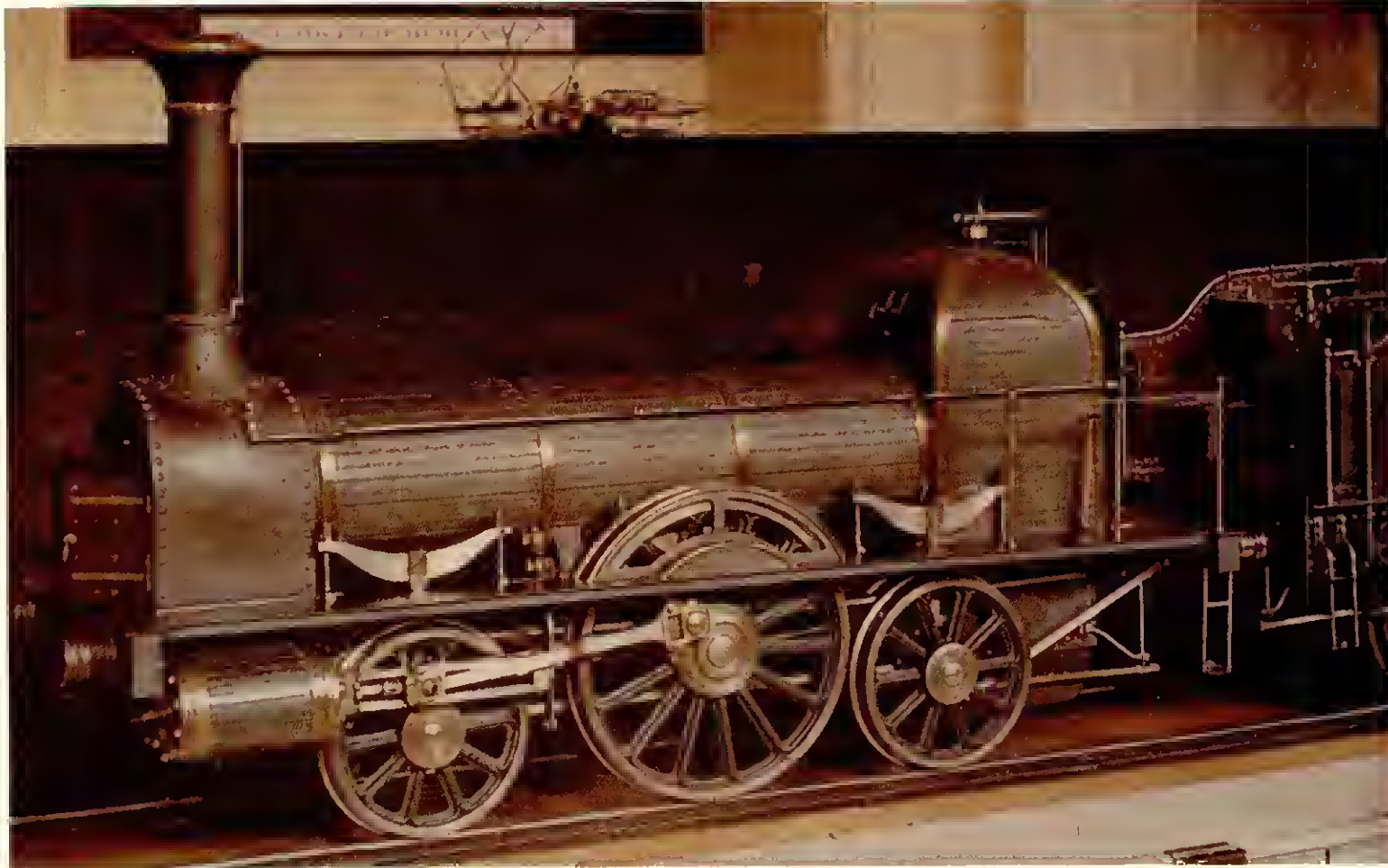
وفيما بعد، أضاف موردوش (MORDOCH) تحسينا جديدا باختراع صمامة التوزيع التي تمكن من مراقبة إرسال البخار الى المولد وكذا اخراج بخار الانفلات.

ولنتطرق الآن بالتفصيل الى نظام المحرك التعاقبي: فهناك وصلة ذات مسافة محكمة تحول دون تسرب البخار. وهذه الوصلة (المسيكة) مثبتة في مؤخرة مولد البخار عند الجزء الذي يمر منه المكبس. ولهذا الأخير ساق ذات رأس صليبي تتصل بالساعد الذي يبقى المكبس مستقيما عند تنقله ما بين مقودين. ويتصل الطرف الثاني من الساعد بالمدور عند شجرة المحرك:

فعندما يتحرك الساعد يدير الشجرة ويجر المقود. وبمرور البخار من المرجل الى غرفة التوزيع الموجودة على جانب المولد، يتم ضبط إرساله الى المولد بواسطة صمام التوزيع المتنقل نحو الامام والخلف من خلال ساق متصلة بدورها بكامة عند محور مكثف. وبداخل غرفة التوزيع يضغط البخار على الصمام إزاء جانب المولد للحيلولة دون انفلات البخار. ولمضاعفة قوة المحرك، يمكن استعمال عدة اسطوانات (مولدات)؛ وبهذه الطريقة، حين تستعمل

اسطوانتان، يؤدي البخار عمله في البداية داخل الاسطوانة الأولى ذات الضغط العالي ثم بعد ذلك داخل الاسطوانة الثانية ذات الضغط المنخفض. وعند توفر ثلاث اسطوانات ينتقل البخار تعاقبيا من الاسطوانة ذات الضغط العالي الى اسطوانة ذات ضغط متوسط واخيرا الى الاسطوانة ذات الضغط المنخفض. وتعرف هذه الآلات على التوالي بمحرك التمدد المركب ومحرك التمدد الثلاثي. وفيما بعد، أمكن تكيف الآلة البخارية مع آلات النقل، ففي سنة 1825، صنع جورج ستيفنسون (G. STEPHENSON) القاطرة البخارية للنقل على الخط الحديدي الرابط بين ستوكتون ودارينغتون بإنجلترا. واستمر استعمال آلة البخار للنقل على السكك الحديدية طوال سنوات عديدة. وهي آلة مكيفة مع المسافات الطويلة لكنها جد بطيئة في اتخاذ السرعة كما يلزم وقت طويل لتحويل الماء البارد الى بخار. ولهذا الأسباب سوف تظهر فيما بعد القاطرات الكهربائية وبعدها قاطرات محرك الديزل.

أسفل: نموذج لقاطرة البخار روكيت « ROCKET » وهي من اختراع ستيفنسون STEPHENSON بفرنسا حيث تم استعمالها.



المحرّكات

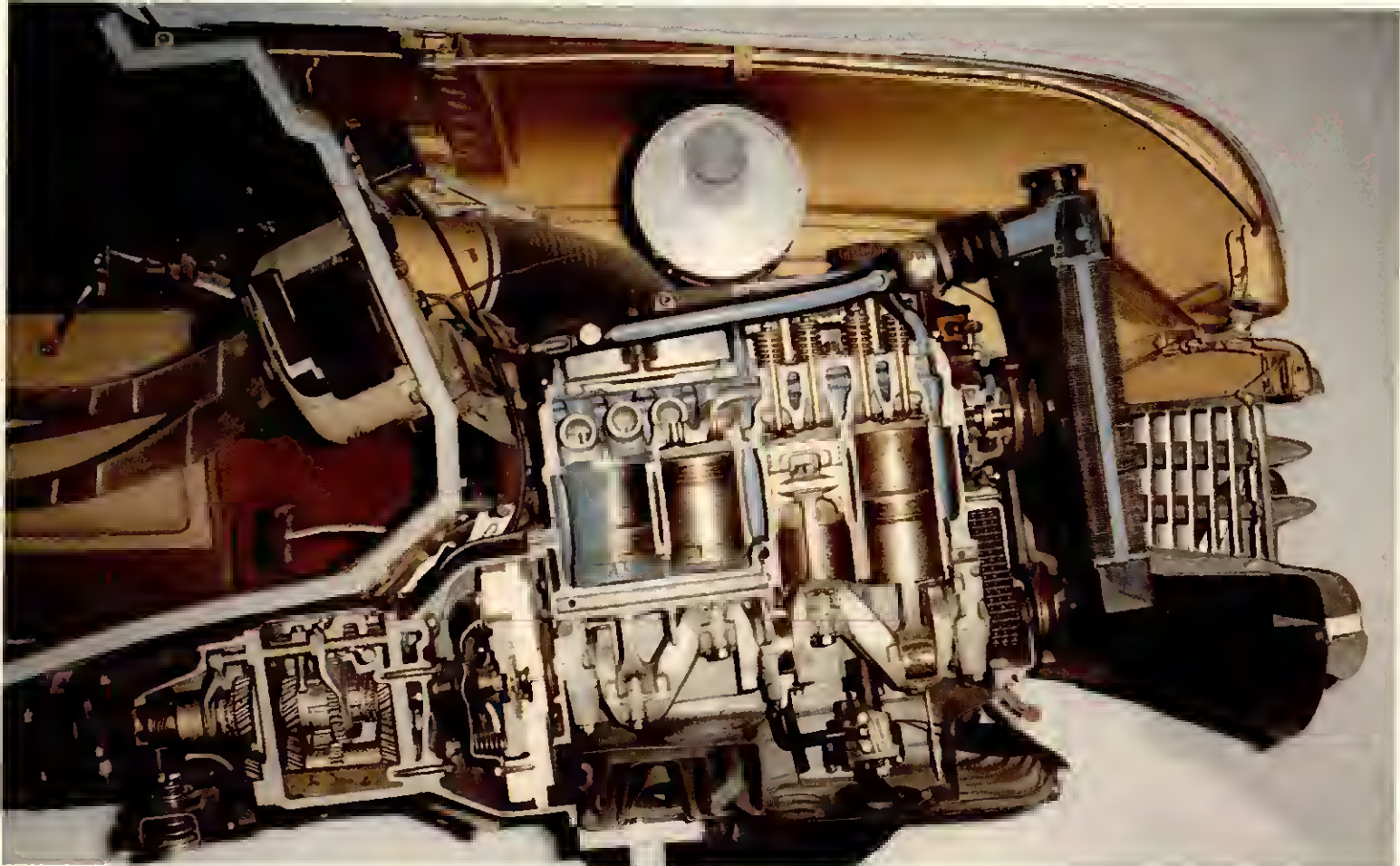
المحرك الانفجاري

لدورة من أربع مراحل. فالأسطوانة الثقيلة (المقود) تحافظ على حركة المكبس حتى في الفترات السلبية أي حين لا يقع الانفجار.

ويتنقل المكبس نحو الأعلى والأسفل بين طرفي الأسطوانة (مسيرة المكبس) منجزا دورة من أربع مراحل: فخلال المرحلة الأولى ينزل المكبس نحو النقطة السفلى ويمتصّ خليط الهواء وروح الوقود (الامتصاص)، وأثناء المرحلة الثانية ينضغط المزيج تحت المكبس الصاعد نحو أعلى طرف (الانضغاط)؛ أما في المرحلة الثالثة فالشمعة ترسل شرارة يفجر المزيج على إثرها. ويقوم الضغط الناتج آنذاك بدفع المكبس نحو الأسفل (الانفجار)، وأخيرا تشهد المرحلة الرابعة صعود المكبس الذي يفرغ الغازات المحروقة (الانفلات). وتعدّ المرحلة الثالثة بمثابة فترة نشاط المكبس

تتميز محرّكات الاحتراق عن الآلة البخارية بتبديدها لأقل كمية من الحرارة نظرا لاحتراق الوقود في الأسطوانة. وفضلا عن ذلك فهي تتوفر على نفس القوة مع تقليص في الحجم. وفي أغلب الحالات، يعمل المحرك الانفجاري تبعا

يتكوّن المحرك الانفجاري من عدة آلات ذات نظام معقد . ويرتكز عملها على حركة المكابس في الأسطوانات حيث تنقل حركة السواعد إلى العجلات . وهناك محرّكات انفجارية ثنائية وأخرى رباعية (الرسم أسفله) .



أثناء الانفجار، إذ يتلقى خلالها دفعة قوية نحو الأسفل حيث تنقل الحركة الى شجرة المحرك عن طريق الساعد. وبعد ذلك تنقل الحركة الدورانية الى العجلات بواسطة اعضاء النقل.

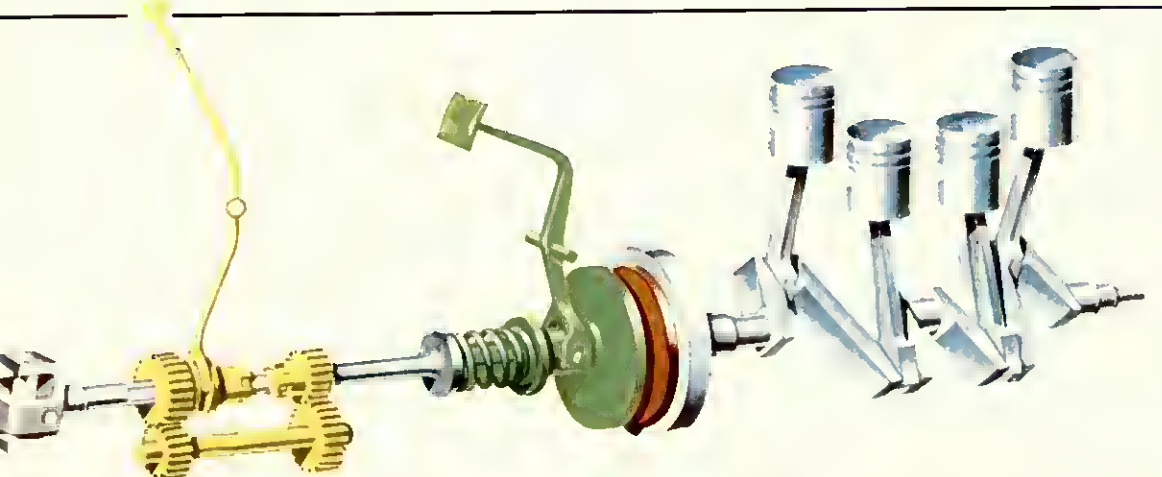
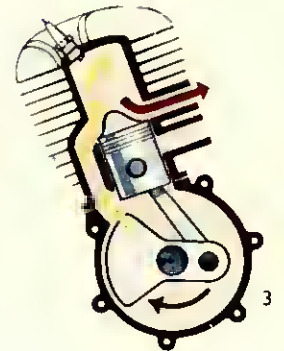
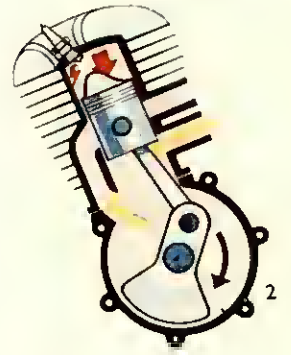
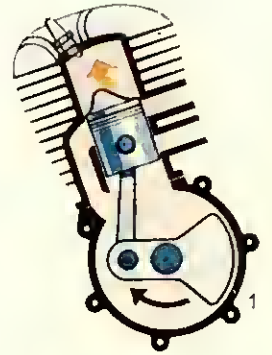
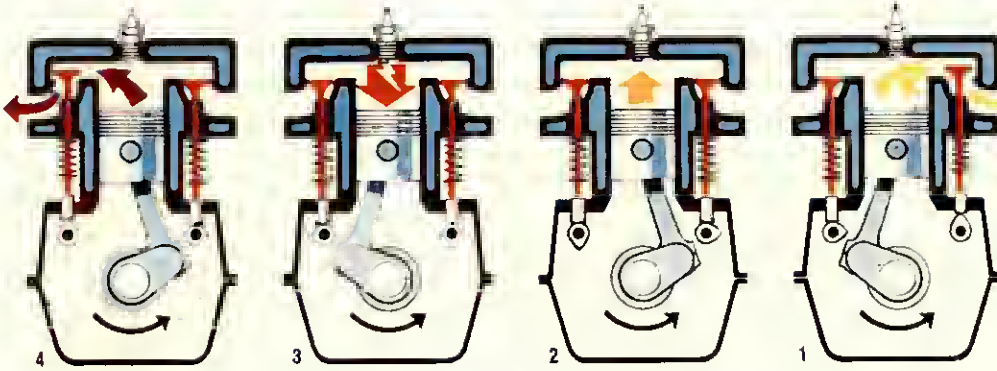
ويعرف المحرك الغازي دورة ماثلة ولكنه في الغالب يتوفر على صمامين، أحدهما للهواء والآخر للغاز، بينما محرك البنزين لا يتوفر سوى على صمام واحد. والبنزين

محرك ثنائي الدورة

في محرك بدورتين ، تم سيورة الدوران بحركتين من المكبس . وبالإضافة الى تقبي الولوج والانفلات اللذين يعوضان الصمامات ، يتوفر المحرك على قناة كسح بين الكارتر وغرفة الاحتراق . واثاء كبس الخليط (1) ، يحدث ضغط في الكارتر ، فيشير جلب الغاز الجديد المتص من ثقب الادخال (2) . وبعد الانفجار يهبط المكبس ، فيفتح ثقب الانفلات لايخرج الغاز المستهلك . ويؤدي انفتاح ثقب الكسح وهبوط المكبس الى مرور الخليط الجديد الى الأسطوانة (3) فيطرد من هناك الغازات المحروقة بمساعدة قطعة خاصة توجد فوق المكبس تعرف بخارقة الهواء؛ آنذاك تتم مرحلة كبس جديدة .

محرك رباعي الدورة

في الدورة الأولى (1) أو زمن الادخال ، يتمص هبوط المكبس خليط الهواء والبنزين الذي يصل الى المقحم عن طريق صمامة الادخال ، في الدورة الثانية ، (2) أو مرحلة الكبس ، يغلص الصمامان ويقوم صعود المكبس ويكبس الخليط ، آنذاك تبار شرارة شمعة الاشتعال التي تطلق الدورة الثالثة (3) أو الانفجار وهو دورة المحرك الوحيدة . وأخيرا تتم الدورة الرابعة (4) وهي مرحلة انفلات الغازات المحروقة بواسطة صعود المكبس وانفتاح مصاصة الانفلات .



ينتج عن حركة المكابس إمداد المدور بحركة دوران لا تثقل كما هي إلى العجلات . ذلك أن على المحرك أن يستمر في حركته أثناء وقوف السيارة ، وعلى السيارة أن تنطلق من جديد بكل مرونة ، ذلك ما يحققه الواصل ، وهو عبارة عن أسطوانة مرتبطة بالمحور الأول في علبة السرعة ، وهو ينطبق بالانزلاق رويدا على أسطوانة مدعمة لمقود المحرك . أما علبة السرعة فهي مجموعة من التشابيك تمكن إما من قطع الربط بين المحرك والعجلات الخلفية أو تحقيق هذا الربط مع علاقات نقل مختلفة (السرعة الثلاث أو الأربع) أو عكس اتجاه دورانها (السير الخلفي) . ويوجد خلف علبة السرعة محور الكردان (المفصل المتحول) والترس التفاضلي .

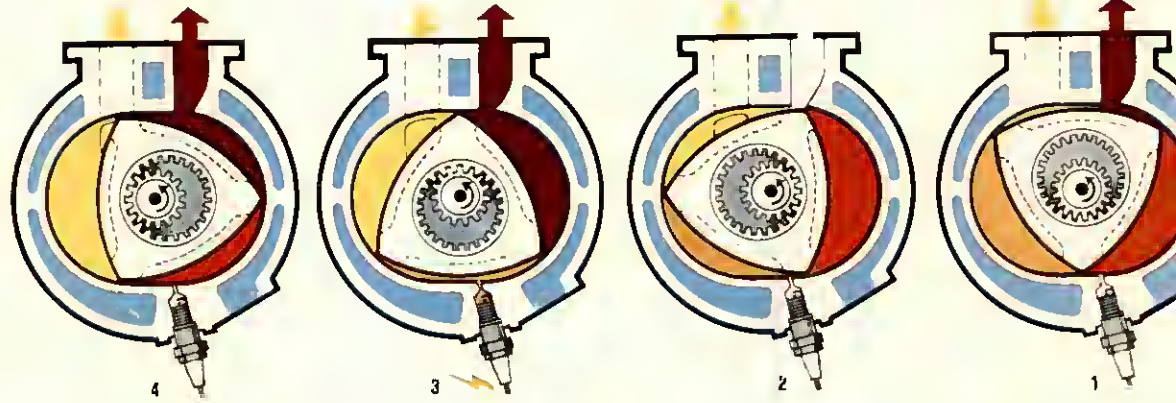
الدراجات النارية تعمل وفق دورة بمرحلتين، أي ان المكبس لا يقوم سوى بجولتين: ففي المرحلة الأولى يتم امتصاص المزيج وكبسه، وفي نهاية المرحلة الثانية تلفظ متوجات الاحتراق لكون محركات المرحلتين لا تحتاج الى صمامات. وهي أقل قوة ولكن أكثر بساطة من المحركات الأولى، وتمكن من تسيير منتظم للمحركات ذات الأسطوانة الوحيدة.

وتتم دورة الأربع مراحل داخل محركات البنزين حوالي ألفي مرة في الدقيقة، ولكن هذه السرعة الفائقة تجعل المحرك يسخن بشدة حيث يجب أن تبرد الأسطوانة باستمرار. ويتم تبريد المحرك بالماء الذي يدور في بنية تحيط بالأسطوانة، أو بواسطة الهواء باستعمال جنيحات تتيح تبريداً واسعاً وسريعاً.

المحرك الدائر

في مجال الاحتراق البيضوي الشكل (الساكن)، يقوم مكبس مثلث (الدوار) بالدوران لتحديد ثلاث غرف مختلفة الحجم والسعة وذلك دون توقف. ويضمّ الدوار تشبيكا داخلياً ينشك بامتداد على مستنة يحملها المحور وهكذا ينجز الدوار حركتين في نفس الدورة: فهو يدور حول مركزه، الذي يرسم بدوره دائرة حول مركز المستنة (= أصغر العجلات المستنة) ويعمل المحرك ذو المكبس الدائر بأربع دورات ويشتمل عرض الصمامات، على أشعة الضغط والادخال والانفلات.

وتقوم قمتا الدوار دائماً برسم حدود الغرفة. فإذا تتبعنا إحدى الغرف الثلاث انطلاقاً من ضوء الادخال، نشاهدها في البداية وهي تكبر (فترة الادخال) ثم تصير أصغر حجماً (مرحلة الكبس) بحيث تنقلص الى أقصى الحدود أمام شعة الاشتعال. ويستمر الانفجار (الفترة المحركة) في سحب الدوار الى أن تقذف الغازات المحروقة بفعل إشعاع الانفلات.

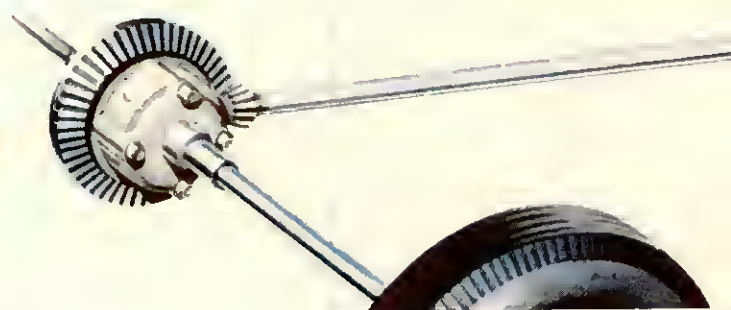
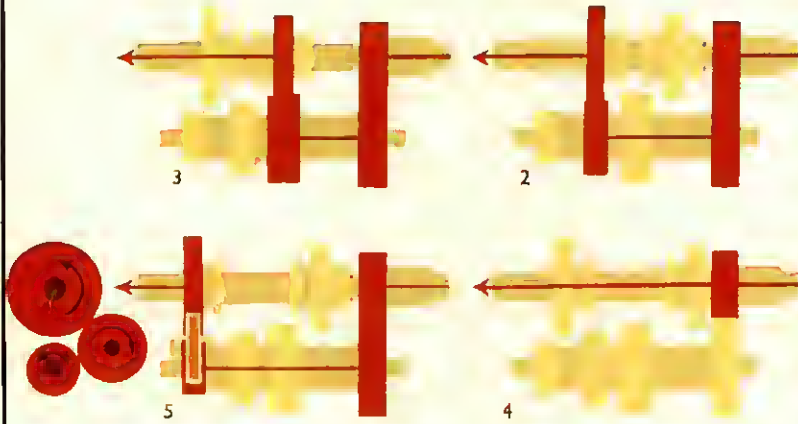


مدلول الألوان في رسوم المحرك ذي المكبس الدائر

1. الأحمر: انفجار الغاز. البرتقالي: انكباس الغاز. الداكن: تفرغ الغازات المستهلكة وبداية امتصاص الغازات الجديدة (بالأصفر).
2. الأحمر: انتهاء دورة المحرك وقرب انفتاح ضوء الانفلات. الأصفر: زيادة امتصاص الغاز الجديد. البرتقالي: تضاعف انكباس الغاز.
3. البرتقالي: أمام الشعة، يوشك الغاز المكبوس على الانفجار. الداكن: انطلاق ضوء الانفجار وبداية تفرغ الغاز المستهلك. الأصفر: امتصاص الغاز الجديد إلى أقصى سعته.
4. الأحمر: انفجار الغاز المكبوس. الأصفر: انغلاق ضوء الادخال ليتم كبس الغاز الجديد بدوره. الداكن: تفرغ أكبر قدر من الغازات المستهلكة ثم العودة إلى وضعية الرسم 1.

تغيير السرعة

1. وضع الفصل وتوقيف الحركة: يتم الدوران في الفراغ، وتكون تشابيك المحور الثانوي غير مدمجة (نقطة العطالة).
 2. السرعة الأولى.
 3. السرعة الثانية.
 4. السرعة الثالثة.
 5. السير الخلفي.
- بفضل تشبيك إضافي مدمج في المحور الثانوي، يتلقى محور الكاردان حركة دوران معاكسة لحركة المدور.

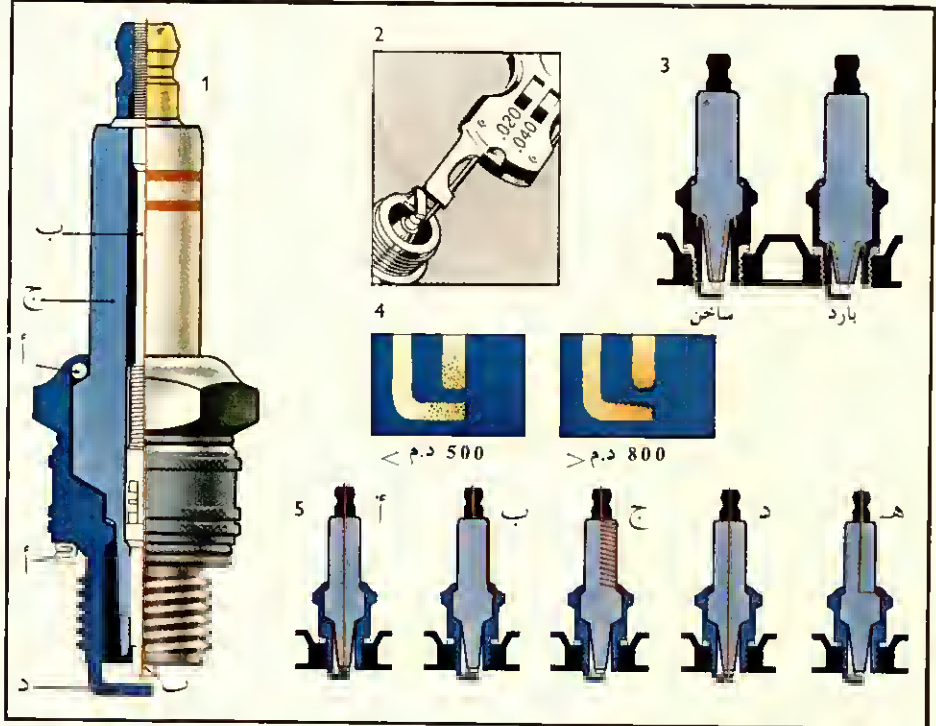


وتنبجس الشرارة التي تثير الاشعال ، ما بين القطبين اللذين يكون الفصل بينهما مضبوطا بدقة .

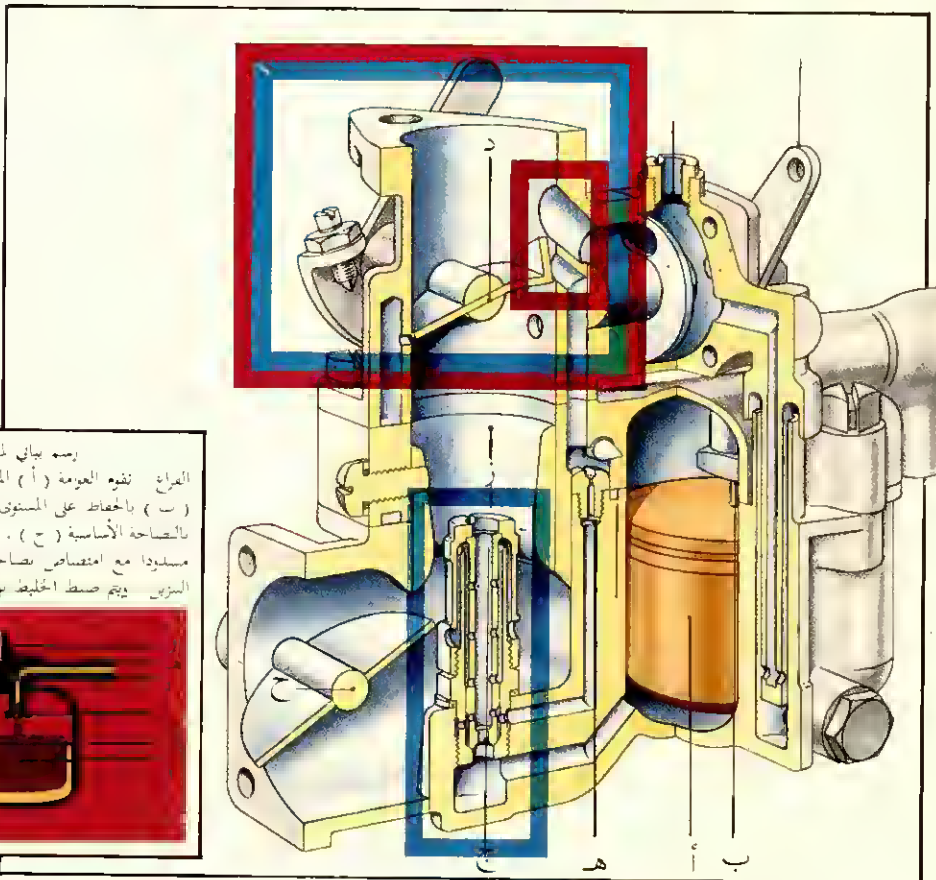
في الرسوم : 1. شمعة بمقطع لنصفها :

أ. وصلة المساقة - ب. قطب مركزي ؛ ج. عازل من الخزف بخصائص كهربائية سكونية متميزة ؛ د. قطب كهربائي للكثافة ؛ 2. يتغير الفصل بين القطبين حسب نوعية المحرك ، من 0,4 مم إلى 0,8 مم . ويضبط بواسطة معيار خاص بالشموع ؛ 3. هناك عدة أنواع من درجات حرارة التسيير : ففي شمعة من النوع الساخن ، يكون السطح المعزول والمعرض لحرارة الأسطوانة أكبر مما هو عليه في شمعة باردة . وتستعمل شمعة مشتعلة في محرك تكون حرارة عمله منخفضة نسبيا . 4. إن درجة حرارة القطب الكهربائي غاية في الأهمية : فإذا كانت جد منخفضة ، يتكون رسوب مفحم ؛ وإذا كانت جد مرتفعة يذوب المعدن في بعض نقطه . 5. اضطرابات : أ. توسيع برسوب فحمي عند حافة العازل ؛ ب. تلف العازل الباطني بسبب الرطوبة ؛ ج. صدع مجهري في العازل ؛ د. تسرب الفحم بين القطبين ؛ هـ. شق العازل ؛ وبين الخط الأحمر الطريق الذي يمر منها التيار نحو قطب الكثافة دون المرور بالقطب المركزي . يستعمل المفحم في المحركات لمزج الهواء والبنزين بواسطة مضخة . ويضم الحوض عوامة تحافظ على استقرار مستوى الوقود . ويتألف المفحم البسيط من نضاحتين وجهاز استعادة ثم مطلق يستعمل للاقلاع عند برود المحرك باغناء المزيج . وعند اللدوس على المسرع ، يفتح السائق الحزقة المجنحة المتحركة الخاصة بالغازات لمضاعفة مرور مزيج الهواء والبنزين للحصول على المزيد من السرعة . وهناك أيضا مفحومات بنجسمين تتوفر على غرفتين للتفحيم تزود كل منهما نصف الأسطوانات .

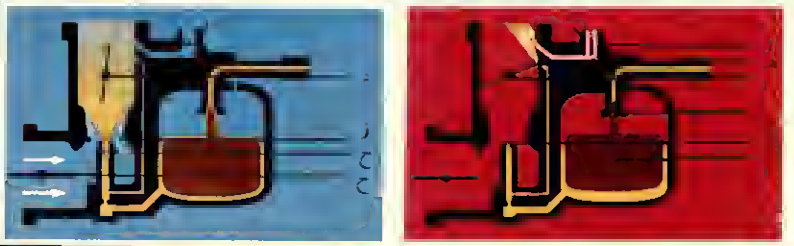
الشمعة : هي العنصر الذي يقوم بإشعال الخليط المتفجر المكون من الهواء وبخار البنزين والذي ينفذ إلى أساطين المحرك . وتكون الشمعة ملولبة في المغلاق الذي يشكل الجزء الأعلى من الكرتير . وهي تتألف أساسا من قطبين كهربائيين أحدهما هو العقب الملولب في المغلاق والثاني عبارة عن قطعة معدنية تخترق عازلا مركزيا من الخزف .



2. مقطع لمفحم بسيط . وتبين الحروف نفس الأجزاء المبينة في الرسمين 1 و 2 . ونلاحظ أن عمله أكثر تعقيدا ، ذلك أن هناك تجهيزا خاصا (ج) للتعويض فضلا عن توفر المفحم على نضاحة انطلاق (ح) تحكمها قطعة (ط) وتشكل بذاتها مفحما صغيرا .



رسم بياني لمفحم في وضع محرك يدور في الفراغ نشوة العوامة (أ) المؤثرة على ابرة معيار الصبب (ب) بالحقاظ على المستوى القار للزيت الحوض المنصل بالنضاحة الأساسية (ج) . ويكون مصراع الغازات (د) مسدودا مع امتصاص نضاحة الانشاء (هـ) لقليل من البنزين . ويتم ضبط الخليط بواسطة تجهيز خاص (و)



محرك الديزل:

يضخ الوقود بواسطة مضخة. ونظرا لشدة حرارة الهواء، فالوقود يحترق فور ولوجه مرحلة نشاطه.

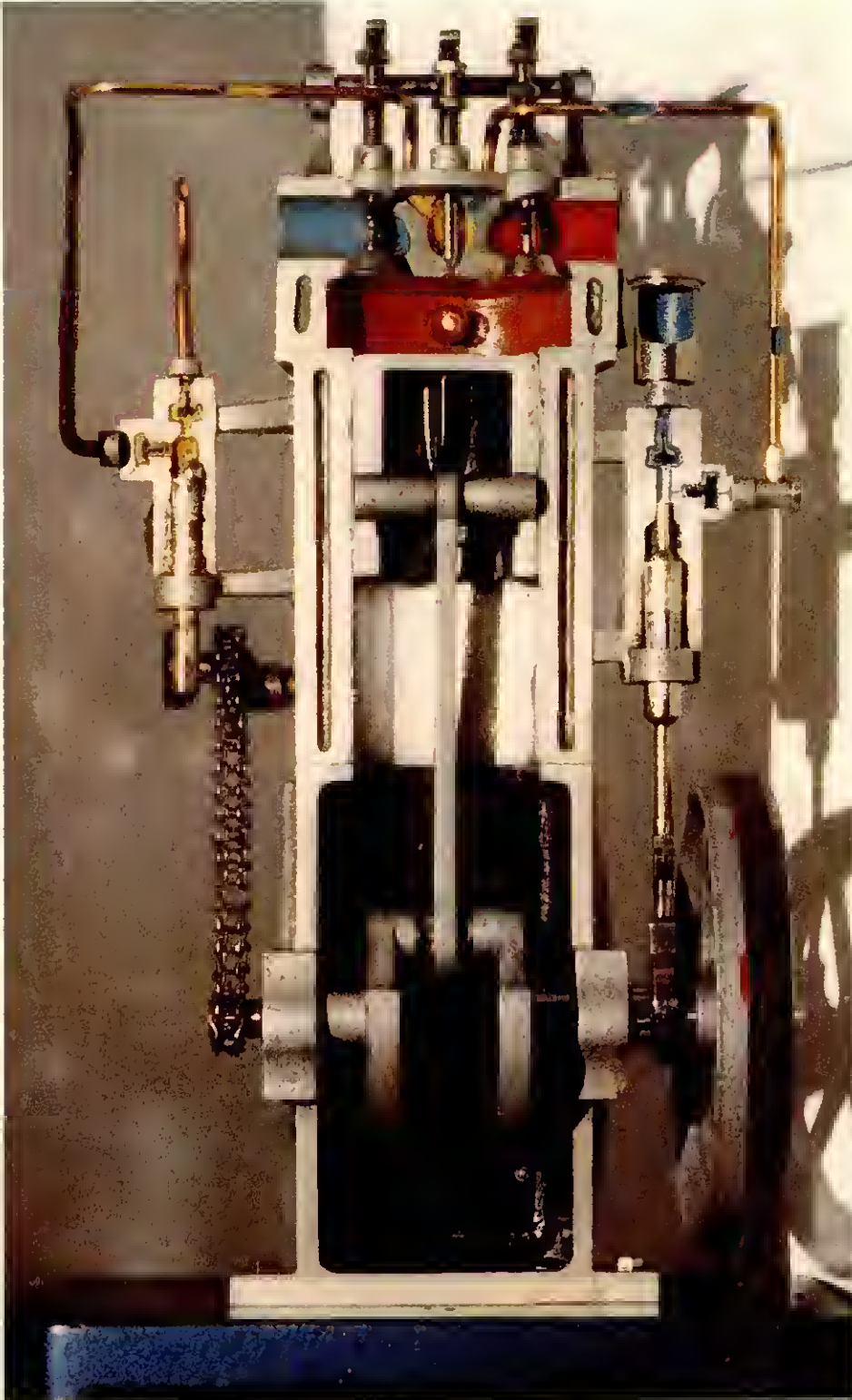
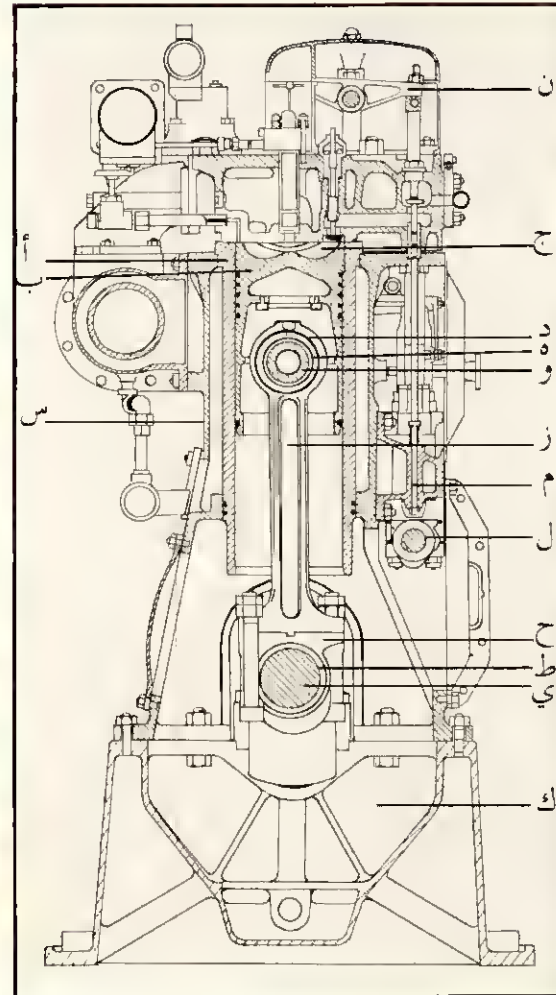
ويعد محرك ديزل أقوى محرك. ذلك أن مردوديته تتراوح ما بين 35 و 40% بينما لا تتعدى مردودية قاطرة بخارية 5%. ولأجل ذلك فهو يستعمل في وسائل النقل الضخمة كالبواخر والشاحنات الكبرى. وعلاوة على ذلك

يستمد محرك ديزل تسميته من العالم الألماني رودلف ديزل (Rudolf DIESEL) الذي قام بإبداع تبرئة اختراعه سنة 1892. ويتعلق الأمر بمحرك آخر يعمل بالاحتراق الداخلي.

في هذا المحرك، يتوقف الاشتعال على كبس الهواء دون حاجة الى وقود. فخلال المرحلة الأولى، لا تمتص الأسطوانة سوى الهواء الذي ينضغط بعد ذلك بكيفية تجعله يسخن بشدة إذ تصل حرارته 540 درجة. وهكذا يكون الضغط قوياً جداً، وعند انتهاء مرحلة الانضغاط

أسفله : مقطع لمحرك ديزل . أ. قميص أسطوانة ؛ ب . مكبس ؛ ج . غرفة الكبس ؛ د. رجل الساعد ؛ هـ . وسيدات رجل الساعد ؛ و . محور المكبس ؛ ز . الساعد ؛ ح . رأس الساعد ؛ ط . وسيدات رأس الساعد ؛ ي . سلة المدور ؛ ك . كارتز الزيت ؛ ل . محور الكامات ؛ م . عصا دفع القلاب ؛ ن . قلاب ؛ س . كتلة المحرك .

جانبه : نموذج من محركات الديزل الأولى .

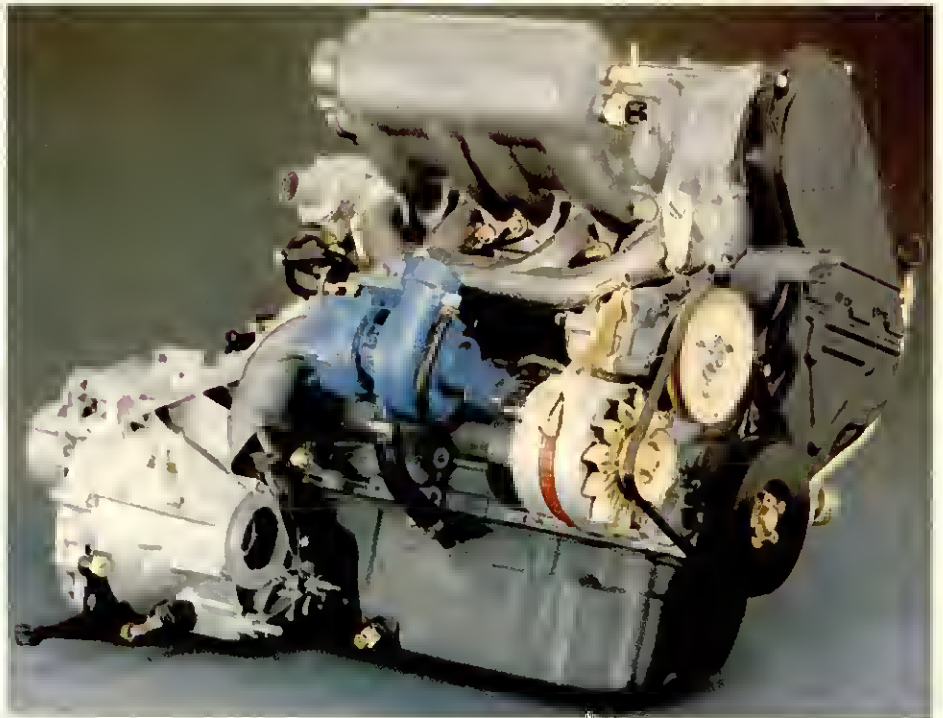


محركات التربينات:

يمثل إيجابية اقتصادية نظرا لعمله بالمازوت أو «الغازوال» وهما أقل تكلفة من البنزين، رغم أن السرعة والقوة لا تتغير فيه بالسهولة المتوفرة لدى محرك البنزين.

والمحركات ذات الاحتراق الداخلي التي تستعمل لدفع وسائل النقل تكون في حاجة الى نظام لتغيير السرعة لأن فعاليتها تنقل عند السرعة المنخفضة على عكس آلات البخار. ولذلك يجب أن يدور المحرك بسرعة قصوى، في استقلال عن سرعة وسيلة النقل، ولهذا السبب، تزود السيارات بنظام تغيير من عدة سرعات تتراوح ما بين أربع وخمس مستويات بالإضافة الى السير الخلفي، ويتم تغيير السرعة على يد السائق. وهناك سيارات حديثة ذات نظام اوتوماتيكي لتغيير السرعة.

وتوجد بعض السيارات الخاصة كالمصنحات العسكرية والجرارات، تستعمل محركات ذات الاحتراق الداخلي تعمل بمحروقات اقتصادية كالفيول أو المازوت أو زيت الوقود.



على عكس أنواع المحركات السابقة الذكر، لا تتوفر التربينات على مكبس ولا على مدور. ذلك أن شجرة المحرك تدور بتيار سائل كالماء أو البخار أو الغاز، بواسطة نظام شفرات ناتئة، حيث تعمل حسب مبدأ طواحين الهواء. وإذا كانت محركات البخار ومحركات الاحتراق الداخلي تحول حركتها التعاقبية الى حركة دورانية، أي دائرية، فالتربينات تنتج الحركة الدورانية مباشرة.

وتكون التربينات البسيطة مصنوعة بكيفية تجعل البخار الصادر عن المولد (المرجل) ينتقل عبر المسالك (التضاحات) لتسهيل الموائع ثم يلتحق بالشفرات المتحركة لاحدى العجلات (الدوار) المثبتة في المحور. ويتقلص ضغط البخار بانتقاله من المولد الى الدوار، وعند انتشاره يعطي دفعة قوية لشفرات الدوار. وقد تم صنع هذا النوع من التربينات على يد ج. دي لافال (G. de LAVAL) سنة 1889، وتعرف بتربينات الفعل. وهي تعمل بسرعة كبيرة لان انخفاض سرعتها يجعل البخار عاجزا عن تدوير الدواليب التي يكتفي بلامستها. ويجب أن لا تكون السرعة جد فائقة، ذلك لان القوة النابذة الناتجة عن السرعة المفرطة قد تؤدي الى كسر العجلة.

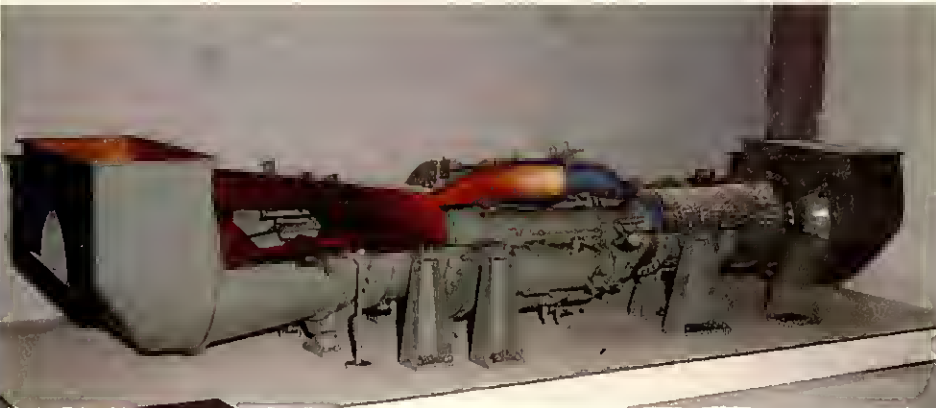
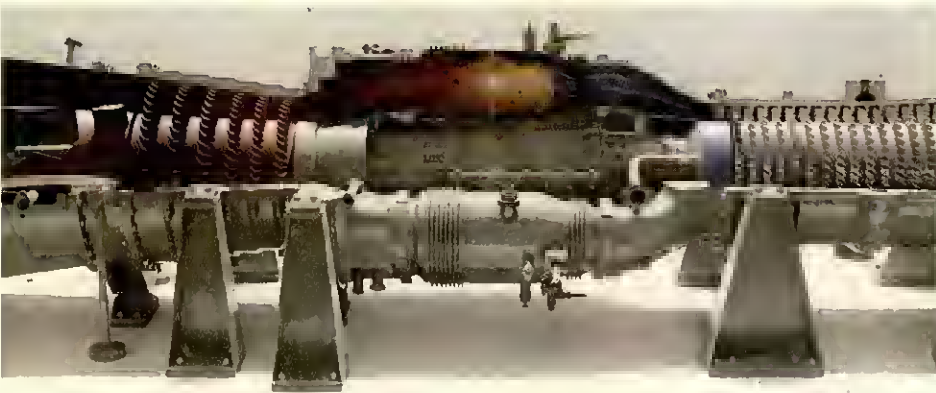
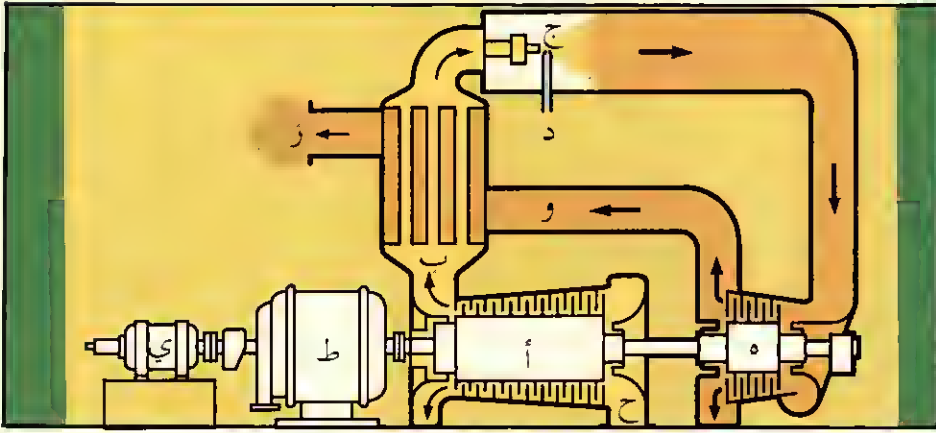
وتربينات الفعل لا تنتج سوى كمية ضئيلة من الطاقة. ولكي يتضاعف الانتاج، تستعمل تربينات رد الفعل، وتكون هذه الأخيرة مصنوعة على النحو التالي: فبدخل التربينات توجد عجلة مثبتة (الساكن) مزودة بشفرات يمر منها البخار. وتستعمل هذه الشفرات بمثابة تضاحات وتكون مصنوعة على نحو يجعل الضغط ينخفض بعد مرور البخار. ويمتد البخار الى أن يصل الى شفرات الدوار المتحركة التي تعمل بدورها كضاحات ثم تتلقى دفعة نحو الخلف (رد الفعل) تحت وطأة البخار الذي يخرج منها حيث تدور في الاتجاه المعاكس. وعلى إثر امتداد جديد، يصل البخار الى الدوارات المثبتة لعجلة أخرى. وبعد امتداد آخر، تصل الى الدوارات المتحركة لعجلة أخرى وهكذا دواليك، وتتخذ البنية الخارجية للتربينات شكلا مخروطيا بحيث تكون كل عجلة أكبر من سابقتها وتكون لها دوارات أكبر. وتبلغ سرعة تربينات رد الفعل 3000 دورة في الدقيقة.

والتربينات المائية (الهيدروليكية) هي تلك التي

محرك الديزل العنفي المتميز بقوته، إذ يجمع بين خصائص محرك الديزل والمحرك الانفجاري من حيث السرعة والتسريع. والمحرك جانبه مركب لسيارة إيطالية من نوع (فيات) وقوته 70 حصانا بخاريا ب 4800 دورة. وهو مجهز بمحرك عنفي من نوع غاريت. ت 2. GARRETT. T2، الذي يحوّل التربينات سرعة دوران تتراوح ما بين 30.000 و 130.000 دورة.

تستغل طاقة سقوط الماء لتحوّلها الى طاقة ميكانيكية (آلية). وتكون كمية الطاقة مرهونة بحجم الماء وعلوّ سقوطه وعلى هذا النحو تستعمل المحطات الكهربائية قوة المياه لانتاج الكهرباء. ولهذا الغرض يمكن استعمال تربينات الفعل عندما يسقط الماء من علو شاهق، كما يمكن استعمال تربينات ردّ الفعل عندما يكون العلوّ متوسطا ولكن كمية الماء تكون جدّ وافرة.

وفي تربينة الفعل، يخرج الماء من نضّاحة ذات ضغط عال، وتدفع هذه القوة نحو عجلة ذات شفرات على شكل ملعقة، وفي حالة تربينة ردّ الفعل، يصرف الماء بواسطة شفرات موجهة للوصول الى شفرات الدوار بعد أن يكون قد وصل الى داخل التربينه. وعندما يكون سقوط الماء ضعيفا، تستعمل تربينة ذات مروحة.



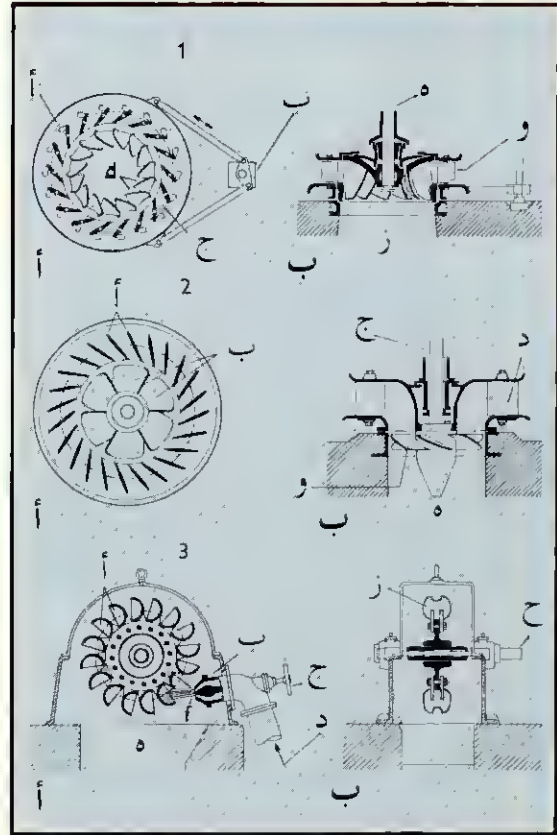
الرسوم : 1. تربينة فرانسيس FRANCIS (محرك عمودي) .
أ . منظر من أعلى : أ . شفرات موجهة ؛ ب . أليات
ضبط الموزع ؛ ج . تاج الموزع ؛ د . تاج المنطقة
المحرّكة . ب . منظر مقطعي ؛ هـ . شجرة المنطقة المحركة
وبإمكانها جر المردد ؛ و . إدخال الماء إلى محيط الموزع ؛
ز . قناة تفريغ الماء .

2. تربينة كابلان KAPLAN (محور عمودي) . أ . منظر
من أعلى : أ . شفرات التوجيه ؛ ب . شفرات العجلة
المحرّكة (روضة) . ب . منظر مقطعي ؛ ج . شجرة جر
المردد ؛ د . إدخال الماء إلى الموزع الحلقي ؛ هـ . قناة
التفريغ ؛ و . شفرات المنطقة المحركة .

3. تربينة بيلتون PELTON (محور أفقي) . أ . منظر
مقطعي . أ . قواديس العجلة المحركة ؛ ب . أنبوب
الضخ ؛ ج . سكر ضابط للصيب ؛ د . قناة جلب
الماء ؛ و . إبرة الحقن ؛ ب . منظر مقطعي جانبي ؛ ز .
قواديس ؛ ح . محور نقل الحركة .

4. تربينة الغاز : أ . مكبس بخيخات معد لرفع ضغط
الخرق ؛ ب . تجهيز خاص بالتسخين المستحق للمحرك ؛
ج . غرفة الاحتراق ؛ د . نظام لضخ الوقود ؛ هـ . تربينة ؛
و . صنبور لقذف الغازات المحروقة ؛ ز . مدخل الخرق ؛
ح . آلة الاستقبال ؛ محرك مساعد للاقلاع .

في الصور : إحدى أقدم التربينات مع جزء من جسمها
المركزي .



الراكسات وتربينات الغاز

إن المبدأ الفيزيائي الذي بموجبه يناسب رد فعل مماثل أو معاكس كل عمل، يمثل كذلك أساس الدفع بالارتكاس. ذلك أنه لنقل شيء ما الى الأمام، لابد من شيء آخر يدفعه من الخلف. وفي هذا المضمار سوف نتطرق الى أهم أنواع آلات الدفع والركس.

من هذه الآلات المحركات الثابتة التي تستقبل الهواء عند واجهتها الأمامية. وهكذا وتحت الضغط، يتم امتصاص الهواء واحرقه مع وقود في غرفة الاحتراق المعدة لهذا الغرض. وتقذف الغازات في اتجاه الجزء الخلفي على نحو يجعل السيارة تدفع الى الأمام. ويجب أن تكون سرعة المحركات الثابتة مرتفعة تبلغ على الأقل معدل 500 كلم في الساعة لاثارة ارتفاع كاف في الضغط الهوائي الذي يدخل الى الغرفة. وتستعمل هذه الآلات في ميدان الطيران واطلاق الصواريخ.

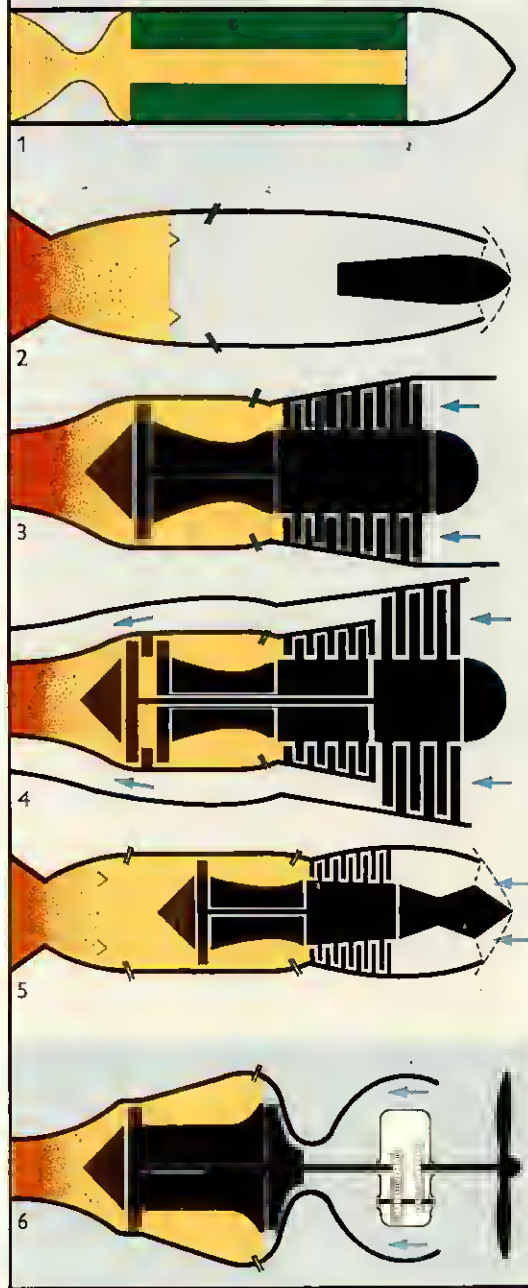
أما المحركات الارتكاسية فنشبه المحركات الثابتة، ويمكن الاختلاف بينهما في كون الهواء الذي يدخل الى غرفة المحرك الارتكاسي بسرعة فائقة، لا يخرق باستمرار. فعندما يبدأ الانضغاط بعد تراكم الضغط، تغلق الصمامات التي يدخل منها الهواء، وتقذف منتوجات الاحتراق في الجزء الخلفي حيث تثير القوة الدافعة. ومن جهة أخرى توجد هناك شمعة ضرورية للاشتعال الأولي.

وعند بلوغ سرعة معينة في البداية تنطلق الظاهرة. إذ حين ينخفض الضغط الداخلي يثير الضغط الخارجي إعادة فتح الصمامات، ثم تعاد الدورة بأكملها من جديد. وقد استعمل هذا النظام في ألمانيا بعد أن وضعه الفرنسي لوران (Lorin) سنة 1907، إذ استعمله الألمان لاطلاق قنابل في 1 (VI): وفي هذه الحالة بالذات، يتم انفتاح الصمامات 47 مرة في الثانية.

وفيهم بعد، استعملت المحركات الارتكاسية في الطائرات المروحية حيث توضع في مؤخرة دواراتها، وكذلك في محركات الطائرات الشراعية، إلا أن الضجيج القوي الذي تحدثه المحركات الارتكاسية حال دون تطور استعمالها في وسائل نقل أخرى.

وتختلف الراكسات العنيفة عن المحركات السابقة حيث تشتمل على مكبس ولا يدخل الهواء الى غرفتها بسرعة مرتفعة ولكنها تقوم بكبسه. وتعمل المكابس بواسطة تربينات الغاز الموضوعة في تيار الانفلات، وتكون التربينات في محركات الطائرات ذات مقاييس تجعلها لا تمتص سوى القوة اللازمة لتشغيل المكبس. وهكذا، تكون للغازات عند الانفلات طاقة مهمة تستعمل للدفع. وفي الجزء الأمامي للمحرك يعاد ضخ الهواء، ثم

المحركات النفاثة

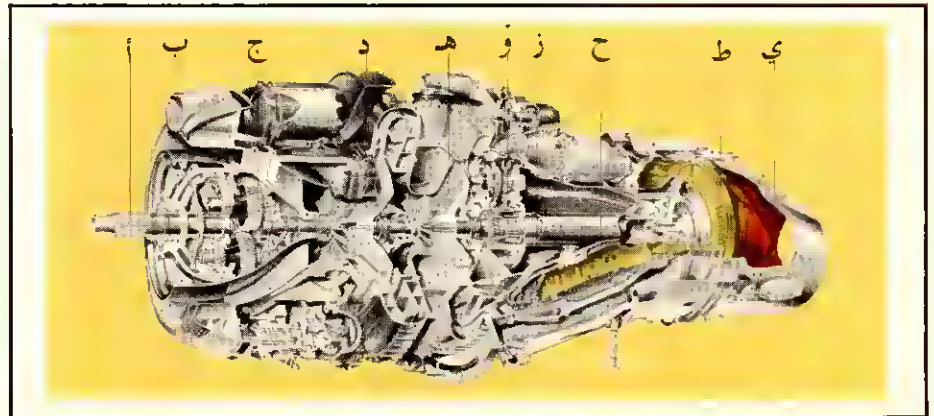


1. محرك صاروخي : إن الصاروخ بحمله للوقود والأكسجين يعمل في استقلال عن الجو . 2. محرك ثابت : يخرق الوقود المضغ مع الأكسجين والهواء الذي ينفذ من تلقاء نفسه الى الجزء الأمامي للمحرك بفعل السرعة الفائقة . 3. محرك عنفي : يقوم المضغط بدفع قذف الهواء نحو غرف الاحتراق ويسحب هذا المضغط بواسطة تربينة عن طريق محور . وتتحرك التربينات نفسها بفعل دفع الهواء . 4. محرك عنفي مزدوج الدفع : يُصرف جزء من الهواء الممتص نحو الغرف خارج المحرك حيث يمتزج بغازات الانفلات . وتكون هذه الغازات مبطأة وباردة نسبيا . والنتيجة أن المحرك يقل اهتزازه ويخفض هديره .

5. محرك عنفي ذو احتراق بعدي : يكون تيار الغاز مسرعا بفعل ضغط اضافي للوقود خلف التربينات . 6. دفع عنفي : يمتد اخور الذي تسحب منه التربينات المكبس الى الأمام فيجبر مروحة بواسطة مخفض . وهو بذلك ليس محركا نفاثا بمعنى الكلمة .

احتراق
تزويد بالوقود
هواء يضم الأكسجين
غاز الانفلات

7. دافع عنفي (رولس رويس دارت) ، كثير الاستعمال في الطائرات : أ. محور المروحة ؛ ب. مدخل الهواء ؛ ج. آلية البطانة ؛ د. مكبس الضغط المنخفض ؛ هـ. مكبس الضغط العالي ؛ و. محور التربينات والمكبس ؛ ز. تزويد بالوقود ؛ ح. غرفة الاحتراق ؛ ط. تربينات ؛ ي. انفلات .



حاجته : رسم بياني لعمل أهم المحركات النفاثة .

الصاروخ بل بداخله، ذلك أنه لو وقع الضغط في صاروخ مغلق من جميع الجوانب لكانت النتيجة سلبية، غير أنه يكفي فتح ثقب في الجزء الخلفي لكي يعوض الضغط الذي يقع على الجزء الأمامي. وهكذا فالقوة التي تمكن الصاروخ من التحرك هي الضغط الداخلي الغير المتوازن. وعلى عكس الراكسات، فالصواريخ لا تحتاج الى هواء لاحتراق وقودها لكونها تتوفر على مخزون من الأوكسجين السائل، الشيء الذي يمكنها من العمل كذلك خارج الغلاف الجوي. ويمتزج الأوكسجين بالحرق (كحول أو هيدروكربورات سائلة) داخل غرفة

كبسه و احتراقه مع الوقود، ويقوم الانفلات بتنشيط التربينه ويخرج من الجزء الأمامي، وتستعمل التربينه لتدوير المكبس وأحيانا لإدارة مروحة، ويتعلق الأمر في هذه الحالة بوسيلة نقل ذات دافع عنفي والدافع العنفي محرك من النوع الذي يقوم فيه ركس غازات الانفلات بتحريك المروحة على محور التربينه.

وفي الدافعات العنفيه، تكون أغلب كمية من طاقة الغازات مسخرة لتشغيل المروحة والمكبس، بينما تستعمل كمية ضئيلة لاعطاء دفعة إضافية. وهناك دافعات عنفيه ذات مروحة مباشرة تشغل فيها التربينه المكبس والمروحة؛ وراكسات عنفيه ذات مكبس مركب حيث تشغل التربينه مكبسا حرا في مرحلة أولى ومكبسا محوريا مع المروحة في مرحلة ثانية؛ ثم دافعات عنفيه ذات تربينه حرّة تشغل فيها التربينه المكبس الحرّ في مرحلتين الأولى والثانية والمروحة في المرحلة الثالثة.

وبالنسبة للراكسات العنفيه، فتقوم التربينه بتوفير أغلب طاقتها. وبعض الراكسات العنفيه عبارة عن وحدات من ثلاث مستويات، وتستعمل التربينه فيها لأغراض تختلف عما رأيناه بالنسبة للدافعات العنفيه: فهي قد تستعمل في محطات طاقة وفي محركات البواخر والسيارات.

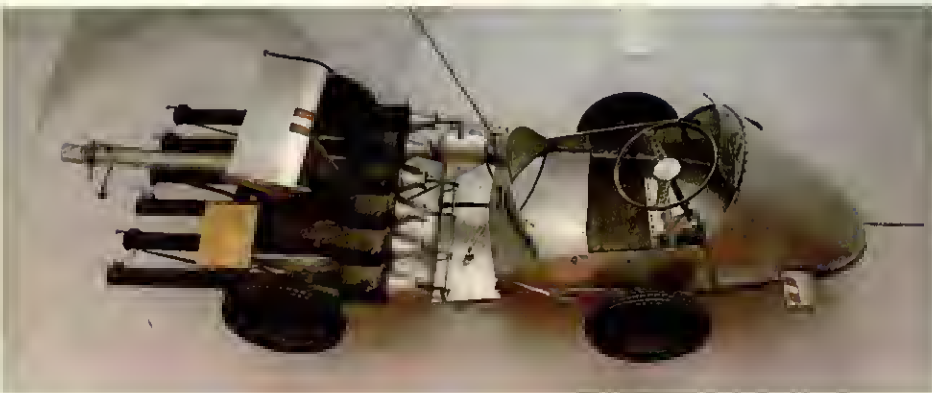
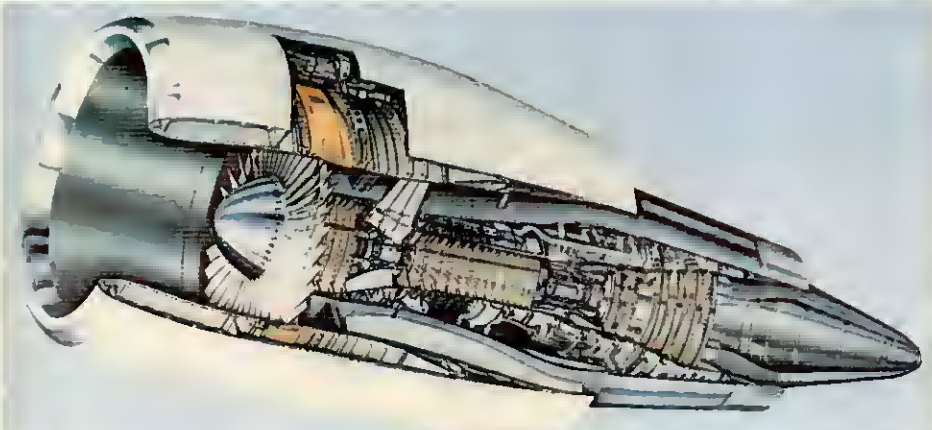
وما فتئت تقنية صناعة الطائرات تتقدم في هذا المجال حيث تتخصص في تطوير مزائج خفيفة ومتينة وشديدة المقاومة لأن الراكس العنفي يسخن كثيرا عند بلوغه أقصى قوة، ولأن أغلب المعادن تذوب تحت تأثير الحرارة المفرطة.

الصواريخ

يمكن تبسيط وصف بنية الصاروخ بالقول بأنه يتكون على التوالي من خزان للوقود وخزان للأوكسجين وغرفة للاحتراق مزودة بخراطوم للانفلات. وتقوم صناعة الصواريخ الضخمة على نفس مبدأ صناعة الصواريخ الصغرى المستعملة كالشهب لاصطناعية المكونة من أنبوب من الورق المقوى مشحون بالبارود.

ويتميز الصاروخ عن الانظمة التي سبق التعرض لها بكون كتلة الغاز المقذوف من الخلف هو الذي يدفع المركبة الى الأمام دون أن يحتاج المخرج الى الارتكاز على الهواء المحيط. وهكذا فالقوة الدافعة لا تكمن خارج

أعلى : صاروخ نموذجي محفوظ بمتحف العلم والتقنية في ميلانو بإيطاليا.
أسفل : طائرات بمحركات صاروخية .



ويصنع محرك الصاروخ على نحو يجعل طاقة محددة تتحول الى طاقة حركية. ومن هذا المنظور أمكن تصنيف مختلف أنواع الصواريخ، فهناك أولا الصواريخ الكيميائية التي تستغل الطاقة الكيميائية والفيزيائية للعناصر ذات الطاقة الدافعة، السائلة منها والغازية والصلبة. فالصواريخ الصغيرة جدا والتي تستعمل لمراقبة وقيادة المركبات الفضائية مزودة بغازات دافعة بينما القذائف الحربية تستعمل سوائل دافعة في حين تستعمل صواريخ بوستر دافعات صلبة.

ومن ناحية أخرى هناك الصواريخ النووية التي تستغل الطاقة الحرارية التي يوفرها المفاعل النووي. وهي تحقق دفعا قويا جدا.

وأخيرا هناك الصواريخ الكهربائية المكيفة مع دفع المركبات الفضائية في غياب الجاذبية لأنها لا توفر دفعة ثابتة ولكنها تستمر وتدوم مدة طويلة.

1. باطن صاروخ بثلاث طبقات (ساتورن 5) يشكّل الجزء العلوي، وطوله 25 مترا، الحمولة الرئيسية، أما الباقي فيستعمل للانفصال عن الأرض للوصول الى المنطقة التي تفوق فيها جاذبية القمر جاذبية الأرض.

أ. برج الانقاذ، في حالة خلل في الاطلاق.

ب. حجرة الربابة (مقاعد لثلاثة رواد).

ج. غرفة الآلات. د. معقل قمري وهو مركبة مكوك لنقل رائدين فوق القمر ثم حول مدار قمري بعد عودتها.

هـ. معقدات: و. خزان الهيدروجين السائل؛ ز. خزان الأوكسيجين السائل.

ح. محرك. ج. 2 في الطابق الثالث؛ ط. خزان الهيدروجين السائل؛ ي. خزان الأوكسيجين السائل؛ ك. خمس محركات.

ج. 2 للطابق الثاني؛ ل. خزان الأوكسيجين السائل؛ هـ. خزان الكيروسين؛ ن. خمس محركات؛ ف. 1؛ س. الطابق الأول؛ ع. الطابق الثاني؛ ف. الطابق الثالث.

2. يتحرك الصاروخ تحت تأثير ضغط غازات الاحتراق إزاء جدران غرفة الاحتراق. فإذا تم الاحتراق في مجال مغلق، يسلط ضغط مماثل على جميع الجدران. وإذا أزيل الجدار الخلفي، يكون الضغط على الجدار الأمامي غير باطل بفعل الضغط على الجدار الخلفي، ويميل الجسم المختصن للاحتراق، الى التحرك نحو الأمام.

ويقوم ذلك على القانون الفيزيائي الذي وضعه نيوتن بشأن الفعل الذي يؤدي إلى رد فعل مماثل موجه في اتجاه معاكس.

3. مظهران لصاروخين دافعين يستعملان طاقات دفع سائلة.

يسارا: خزانات الطاقة السائلة موضوعة تحت الضغط لكبس السائلين في غرفة الاحتراق. يمينا: مضخة عنفية تمتص السائلين لنقلهما من الخزائين الى غرفة الاحتراق. وتوفر أغلب الصواريخ على مضخات عنفية من هذا النوع.

إطلاق مركبة فضائية بواسطة صاروخ: اطلاق مركبة «أبولو» بواسطة الصاروخ «ساتورن» وقد جرت العملية في ثلاث مراحل حسب الاشتغال في الطوابق الثلاثة من الصاروخ على التوالي.

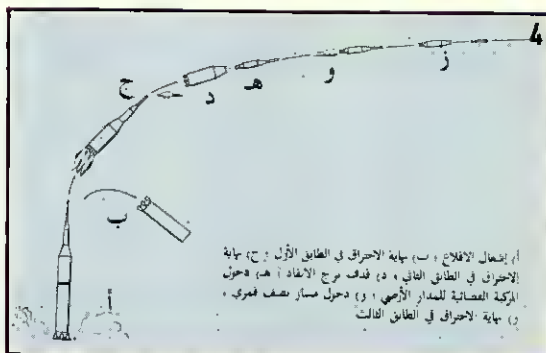
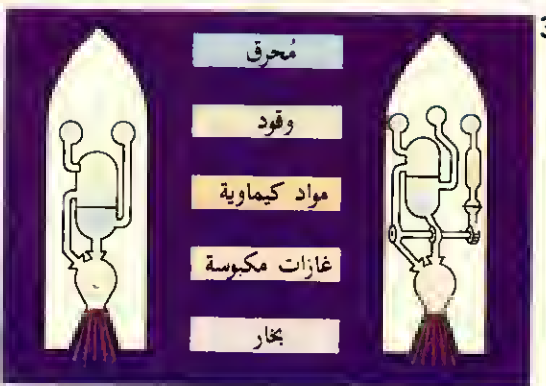
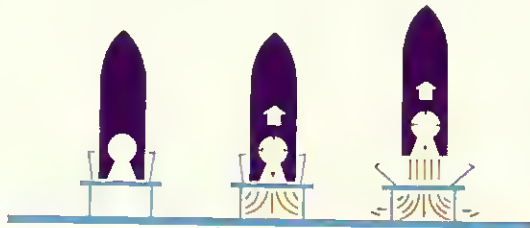
فكلما انتهى طابق من الاحتراق يقذف ويوصل الصاروخ مسيرته مستعملا الدفعة التي يخولها اشتغال الطابق الموالي.

الاحتراق: ثم تشتعل المحروقات. فالغازات بامتدادها تدفع الصاروخ في الجو أو الفضاء الى ان ينفذ مخزون الأوكسيجين والمحروقات. ويكون الوقت اللازم لاستنفاد هذا المخزون قصيرا جدا، فالصواريخ الألمانية في 2 (V2) لا تستغرق سوى 70 ثانية لاستهلاك مخزونها من الوقود والأوكسيجين الذي يقدر وزنه بـ 8,5 طنا.

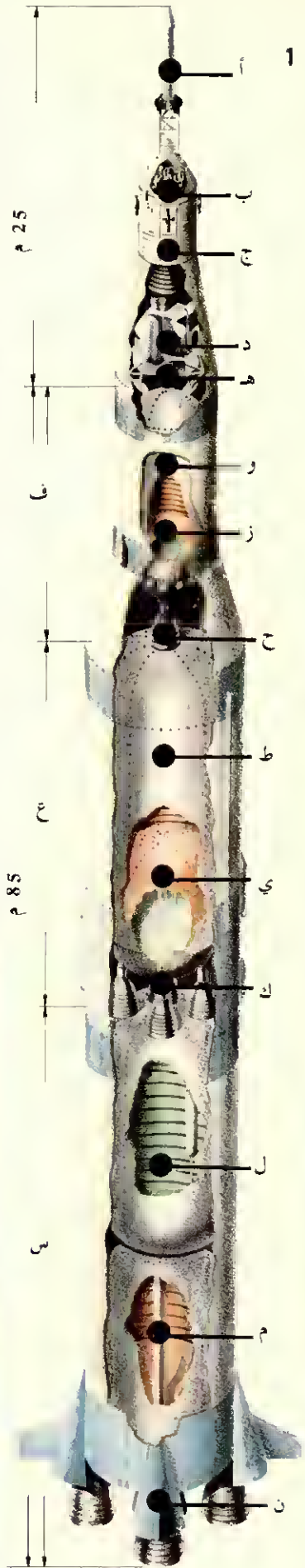
ويتم ضبط التزويد بالوقود بواسطة مضخة تعمل على مراقبة الدفع باستمرار. وتخرج الغازات المحترقة من الخرطوم على شكل تيار غازي وبسرعة فائقة. وهكذا تطبق الطاقة بشكل مباشر دون حاجة الى اللجوء الى اجزاء أخرى متحركة. ولهذا السبب يعتبر الصاروخ من الآلات الحرارية الأكثر بساطة.

والصاروخ بالفعل يكون مدفوعا بقوة مماثلة أو معاكسة مع مقدار الحركة الموجهة خلف الغازات المقذوفة في كل ثانية، أي مساوية لمتووج الكتلة الخارجة كل ثانية بفعل سرعة الخروج.

والجدير بالذكر أن سرعة الصاروخ لا تتدخل في ذلك حيث أن الدفع مستقل عن السرعة، ويبقى قارًا حين يكون الصاروخ ساكنا وحين يكون متحركا.



أ. بدء الارتفاع؛ ب. نهاية الاحتراق في الطابق الأول؛ ج. نهاية الاحتراق في الطابق الثاني؛ د. دفع برج الانقاذ؛ هـ. دخول المركبة الفضائية للمدار الأرضي؛ و. دخول مسار نصف قمري؛ ز. نهاية الاحتراق في الطابق الثالث.



وسائل النقل



النقل البري

من بين المعايير التي تمكن من قياس مستوى تطوّر حضارة شعب ما مجموع الانجازات التي يحققها في الميدان التكنولوجي. وبالفعل، فتاريخ التكنولوجيا يتكوّن من سلسلة من التقدمات التدريجية الهادفة الى تلبية حاجيات المجتمع الانساني التي ما فتئت تتعقد يوما عن يوم. وكل الاختراعات التي شهدتها التاريخ ماكانت لثرى الوجود لولا رغبة الانسان الملحة في التجديد والابتكار، وتوفر الظروف الاجتماعية والاقتصادية لتعميق هذه الرغبة وترجمتها الى انجازات فعلية. ومن الطبيعي أن تكون التحولات الاجتماعية مرهونة بتطور حاجيات

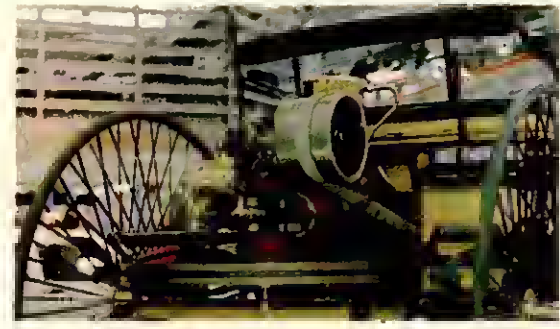
الانسان وتعقد طموحاته. ومن الميادين التي تعكس بوضوح هذه العلاقة الوثيقة بين التطور الحضاري وتطور حاجيات الانسان، ميدان وسائل النقل.

يرتبط تاريخ النقل البري بتاريخ العجلات. أسفله، بعض العجلات: 1. عجلة أور السومرية (القرن الثالث قبل الميلاد)؛ 2. عجلة مصرية (القرن الثاني قبل الميلاد)؛ 3 و 4. عجلتان رومانيتان (القرن الأول قبل الميلاد والقرن الأول الميلادي)؛ 5. عجلة ألمانية (القرن الثالث الميلادي)؛ 6. عجلة سكاندينافية.



لم يطرأ تغيير كبير على بنيتها الأساسية. فقد كانت آنذاك تتوفر على محرك ونظام لنقل الحركة إلى العجلات وآلية للسياقة وكابح وقاعدة وأحواق مطاطية. أما التغييرات المتعاقبة فتلحق برسم الهيكل والمواد التي تصنع منها السيارة. وفي هذا الاطار كان لسباق السيارات أهمية بالغة في البحث عن المواد المتينة والامينة وفي تطوير تقنيات صناعة السيارات على العموم. فخلال هذه التظاهرات، يلزم أن تكون السيارة ذات قوة وفعالية من أعلى مستوى. وكانت أول سيارة تجاوزت سرعتها 160 كلم/س هي طالبو وذلك سنة 1912.

ومن سنة 1908 إلى سنة 1928، قام هنري فورد بانتاج حوالي 15 مليون سيارة فورد. وقد استفاد من تقنيات صناعة النماذج المتكررة القليلة التكاليف، ليدخل اصلاحات متلاحقة على السيارة التي ينتجها. فعوض أن يقوم بصناعة سيارة على الطريقة التقليدية المتطلبة لعدة عمليات مختلفة، كان يكلف عامل بمهمة قارة يتخصص في انجازها باتقان بينما يتم نقل مختلف الاجزاء المصنوعة على يد عمال آخرين بواسطة بساط



لقد ساهم اختراع واستعمال العجلات المطاطية في تطوير النقل البري بشكل فعال. وكان الأمريكي غودير النقل البري بشكل فعال. وكان الأمريكي غودير Goodyear دور كبير في تحسين العجلة المطاطية باختراعه صدفه لفلكنة المطاط. أعلاه: إحدى العجلات الأولى.

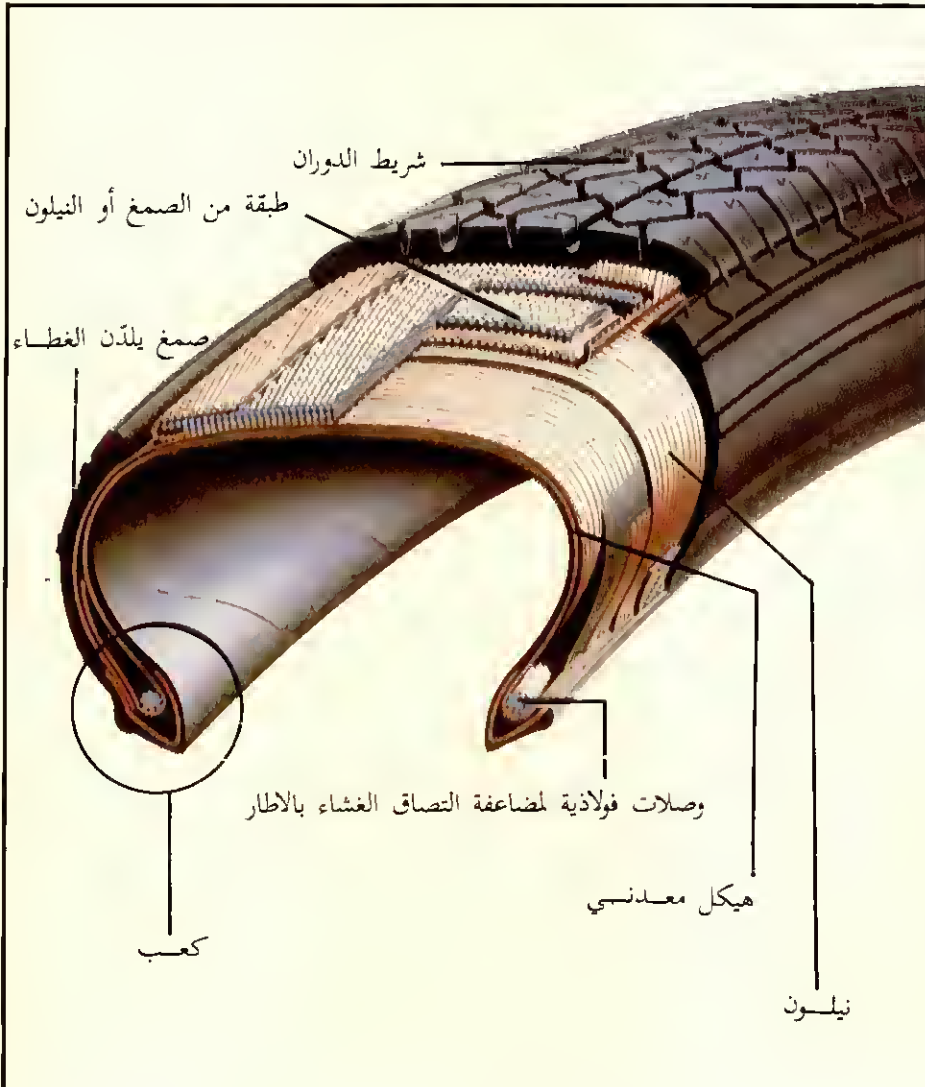
فمن أكبر الاختراعات التي عرفتها مختلف عصور الانسانية، العجلة التي لا يوجد مثل لها في الطبيعة من ناحية المبدأ الذي تقوم عليه. وقد استعملت العجلة لأول مرة قبل 500 سنة، وهي بمثابة أداة كفيلة بتقليص الاحتكاك بين الحمولة والارض إلى أقصى حد.

ففي بداية ظهورها، كانت عجلة العربات الأولى على شكل قطعة متحدة مع المحور الذي يدور تحت العربة. وبعد ذلك أصبح المحور ثابتا والعجلتان تدوران حوله كلا على حدة. وبعد ثلاثة آلاف سنة من ذلك، وفي الشرق الأوسط عرفت العجلة تطورا ملحوظا حيث أصبحت أكثر خفة ومتانة ومقاومة، إذ فقدت بنيتها الأصلية التي كانت على شكل أسطوانة خشبية لتتحول إلى عجلة مركبة من حجار خارجي (الاطار) وقب للمحور واشعة توحد هذين العنصرين لدعم الحجار. وهكذا نلاحظ أن هذه العجلة تشبه إلى حد ما العجلات المتداولة حاليا. وباستثناء استعمالها في وسائل النقل المتحركة كالعربات وغيرها، فقد اكتسبت العجلة أهمية أساسية في تشبيك الآليات. وفي هذه الحالة تكون مسننة وتستعمل لنقل الحركة من نقطة إلى أخرى في جسم آلي.

وهكذا كانت للعجلة أهمية قصوى في الآلات البخارية وفي السيارات، حيث يقوم فيها المقود بتجميع وتوزيع طاقة المكابس، وكذلك في القطارات حيث تعمل العجلة كمولد للطاقة، وفي المدرعات المصفحة حيث تنقل الحركة إلى المزنخات.

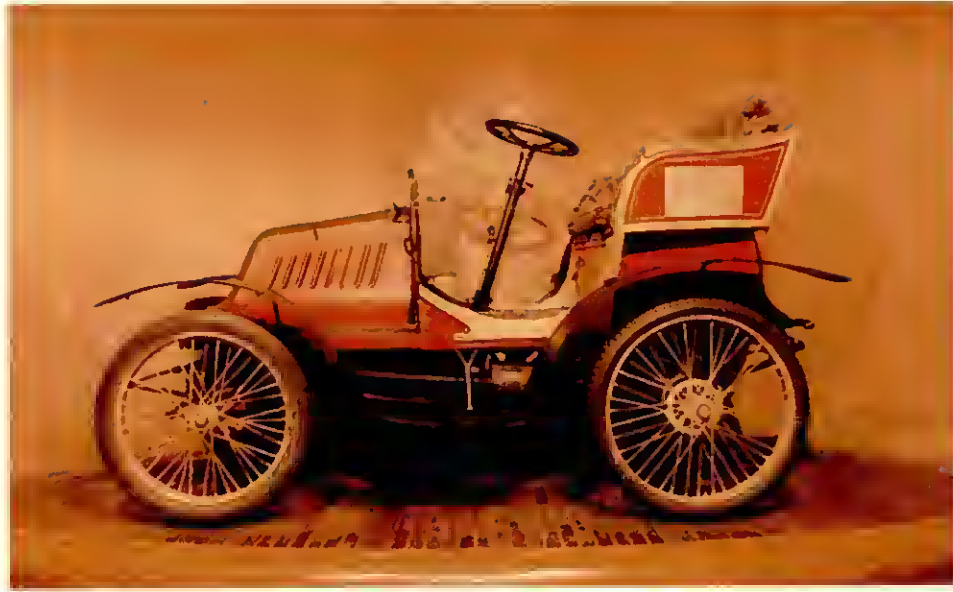
ومن بين وسائل النقل البرية نذكر السيارة التي أصبحت في العصر الحالي تحتل مكانة بارزة في حياتنا اليومية وهي منذ انتاج أولى «العربات بدون خيول»، سنة 1885 على يد بينز ودايملر (BENZ et DAIMLER)

بعد عدة تجارب في مجال تحسين جودة العجلات، توصلت شركة ميشلان العالمية سنة 1946 إلى اختراع عجلة راديال الشهيرة بمتانتها. جانبه: تصميم لعجلة راديال.

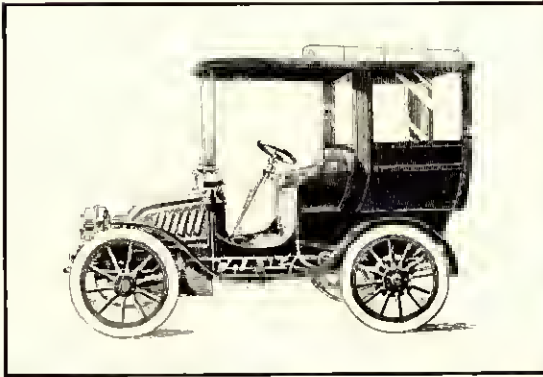
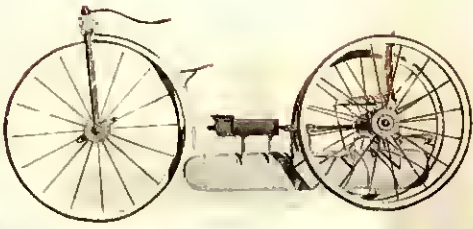


وفي نفس الفترة، تخصصت بعض الصناعات المتوسطة في انتاج قطع السيارات المختلفة كالنظام الكهربائي وغيره، الشيء الذي خلق ثورة في صناعة السيارات حيث أصبحت كبريات الشركات تهتم أساسا بصناعة الهيكل والمحرك ثم تكلف مصانع مختلفة بتزويدها بباقي اللوازم التي تختص فيها. وهكذا تم القضاء تدريجيا على صغار صناع السيارات ليفسح المجال إلى الشركات الكبرى التي تستطيع تحمل تكاليف انتاج النماذج المتكررة

نقال إلى أن تركيب جميع عناصر السيارة عند آخر عامل في السلسلة. وهكذا، توصل فورد إلى طريقة فعالة لتزويد السوق بمنتجات ذات أثمان مناسبة، وذلك بفضل سرعة التركيب وقلة تكاليف اليد العاملة الغير المتخصصة.



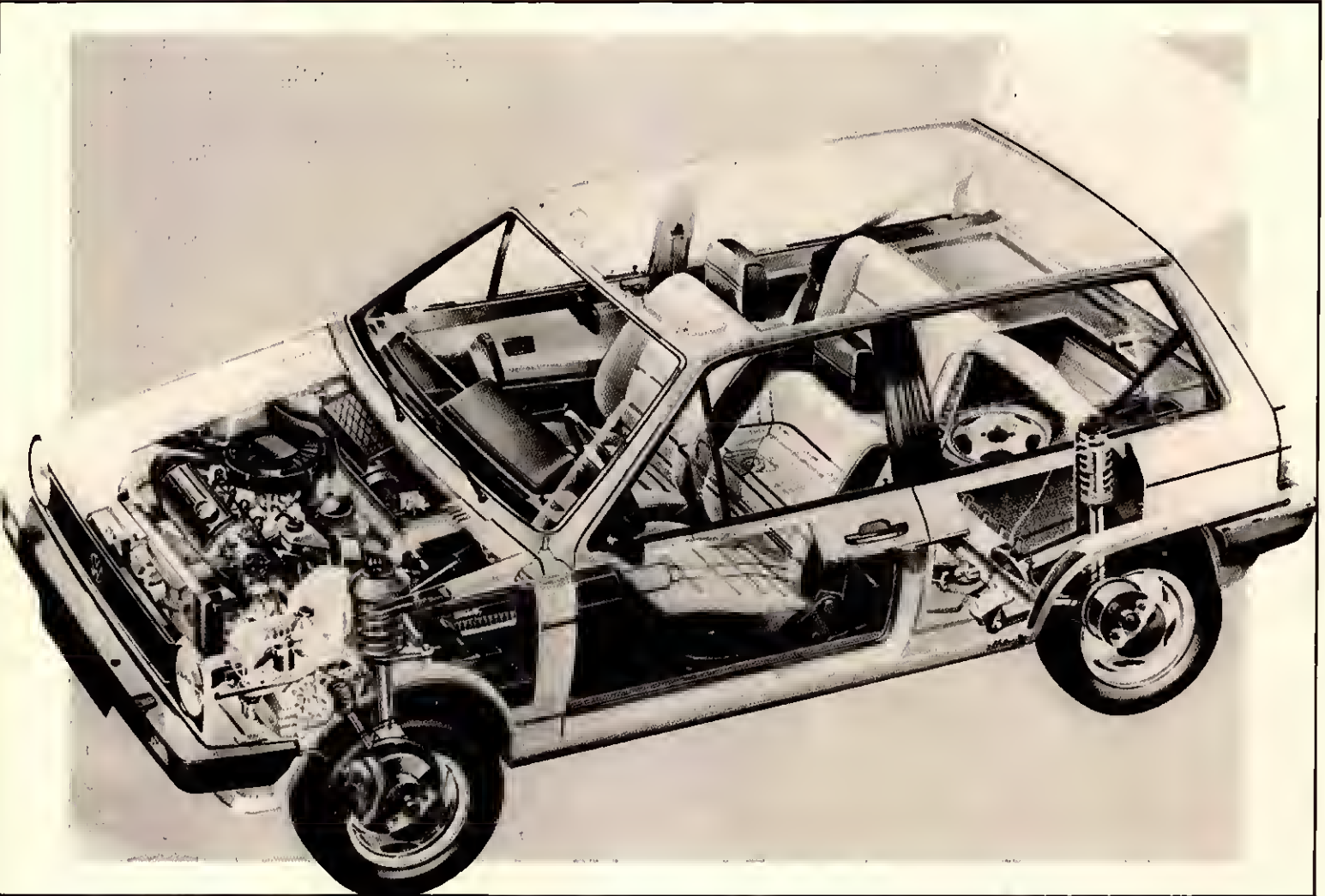
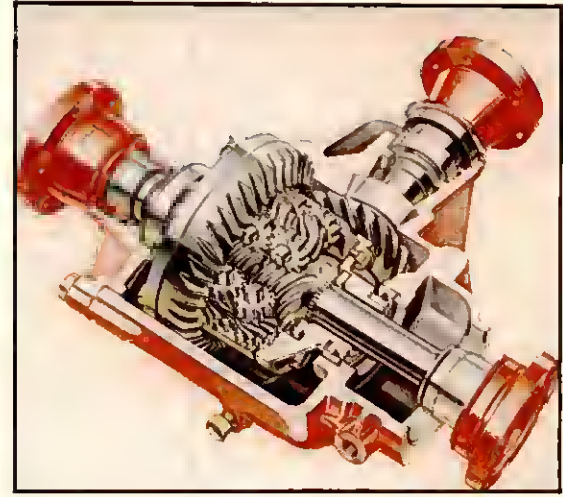
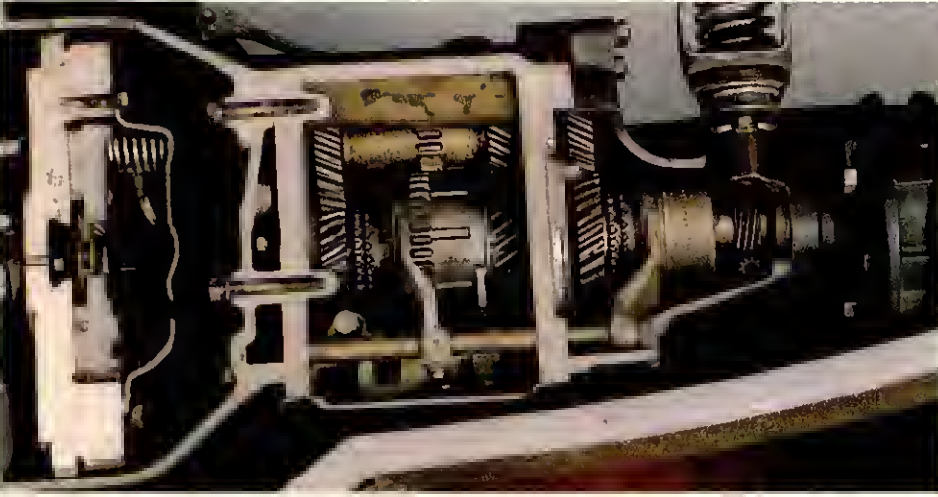
مقارنة بين السيارات : الصورتان 1 و 2 : من سيارات العصر الحديث ؛ الصورة 3 سيارة ليغيني جيتان LIGIER ؛ الصورة 4 دراجة نارية قديمة تعمل بالبخار ؛ الصورة 5 : عربة بخارية من اختراع ريشيتي RICHETTI سنة 1858 وكانت تحتاج إلى عامل خاص بالمرجل ؛ الصورة 6 : شاحنة حديثة تواجه أخطر مشاكل العصر المتمثلة في حوادث السير على الطرقات .

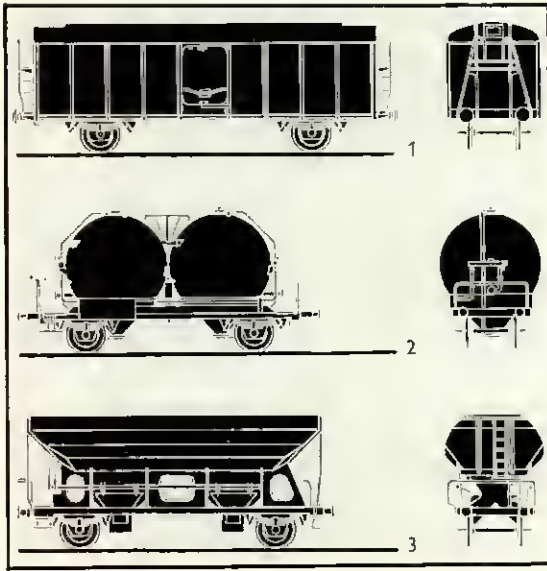


والأبحاث المتخصصة في التطوير المستمر للمنتجات، كما
تتمكن من المحافظة على أسعار في متناول الجميع.
وعرفت الشاحنة تطورا شبيها بتطور السيارة، فلم
يعد الصانعون يهتمون فقط بالقوة والمتانة كما كان عليه
الحال من قبل بل أصبح الاهتمام كذلك منصبا على سرعة
الشاحنة وراحة السائق والركاب.

الرسم 1 : الترس التفاضلي : وهو جهاز مركب في
السيارات الحديثة ضمن المنطقة الخاصة بنقل الحركة ،
ويستعمل لتخفيض سرعة دوران العجلة الداخلية في
المنعرجات .

الرسم 2 : التغير : ويتعلق الأمر بآلية لتغير سرعة السيارة .
الرسم 3 : التجهيزات الباطنية للسيارة .





وسائل النقل البري : القطار مع مختلف أنواع العربات :
 1 . عربة للبضائع ؛ عربة صهريج لنقل السوائل والمواد
 الضرورية ؛ 3 . عربة قاذوسية لنقل المواد المختلفة وتفرغها .

في الهامش : بعض القاطرات الشائعة من أعلى إلى أسفل :
 قاطرة بلانكسنبوب (1812) وسرعتها 5 كلم/س ؛
 قاطرة بوفينغ بيلي وهي من صنع هيدلي Hedley سنة
 1813 وسرعتها 8 كلم/س ؛ قاطرة ستيفنسن
 « روكت » (1929) وسرعتها 32 كلم/س .

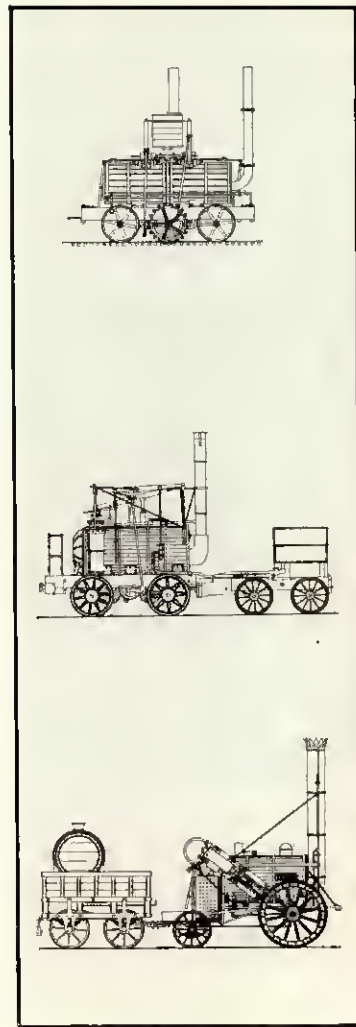


أما النقل على السكك الحديدية فيختلف عن النقل
 على الطرقات بعدة مميزات . ففي القطار لا يهتم المسافرون
 شخصيا بالسياسة ولا بالوقوف أو الصيانة أو زحمة المرور
 أو مشكلة التزود بالوقود . تلك هي مميزات القطار بالمقارنة
 مع السيارة وخاصة بالنسبة للاسفار الطويلة . إلا ان هناك
 من يفضل السيارة أو وسائل أخرى وخاصة في المسافات
 القصيرة . وتكون ادارة السكك الحديدية عادة في ملك
 الشركات التابعة للدول باعتبار النقل الحديدي من
 الخدمات الاجتماعية العامة .

وفي بدايته كان القطار مجرورا بواسطة قاطرة بخارية
 تقوم قوتها الحركية على طاقة الفحم أو الموزوت الذي
 يحترق في موقد وتصل الغازات الى المرجل من خلال
 أنابيب خاصة ثم تخرج من مدخنة . ويقوم البخار ذو
 الضغط المرتفع الصادر من المرجل (مولد البخار) بتشغيل
 المكابس المرتبطة بالعجلات المحركة .

وفيما بعد ، وبسبب الأثمان الباهضة لاقتناء قاطرات
 البخار ، تم اختراع قاطرات ديزل الكهربائية التي يتحول
 فيها المازوت الى قوة محركة بواسطة محرك ديزل الذي
 يشغل مولدا ثم يمر تيار عبر مقاومات معدة لضبط سرعة
 المحركات الكهربائية المتصلة بالعجلات المحركة .

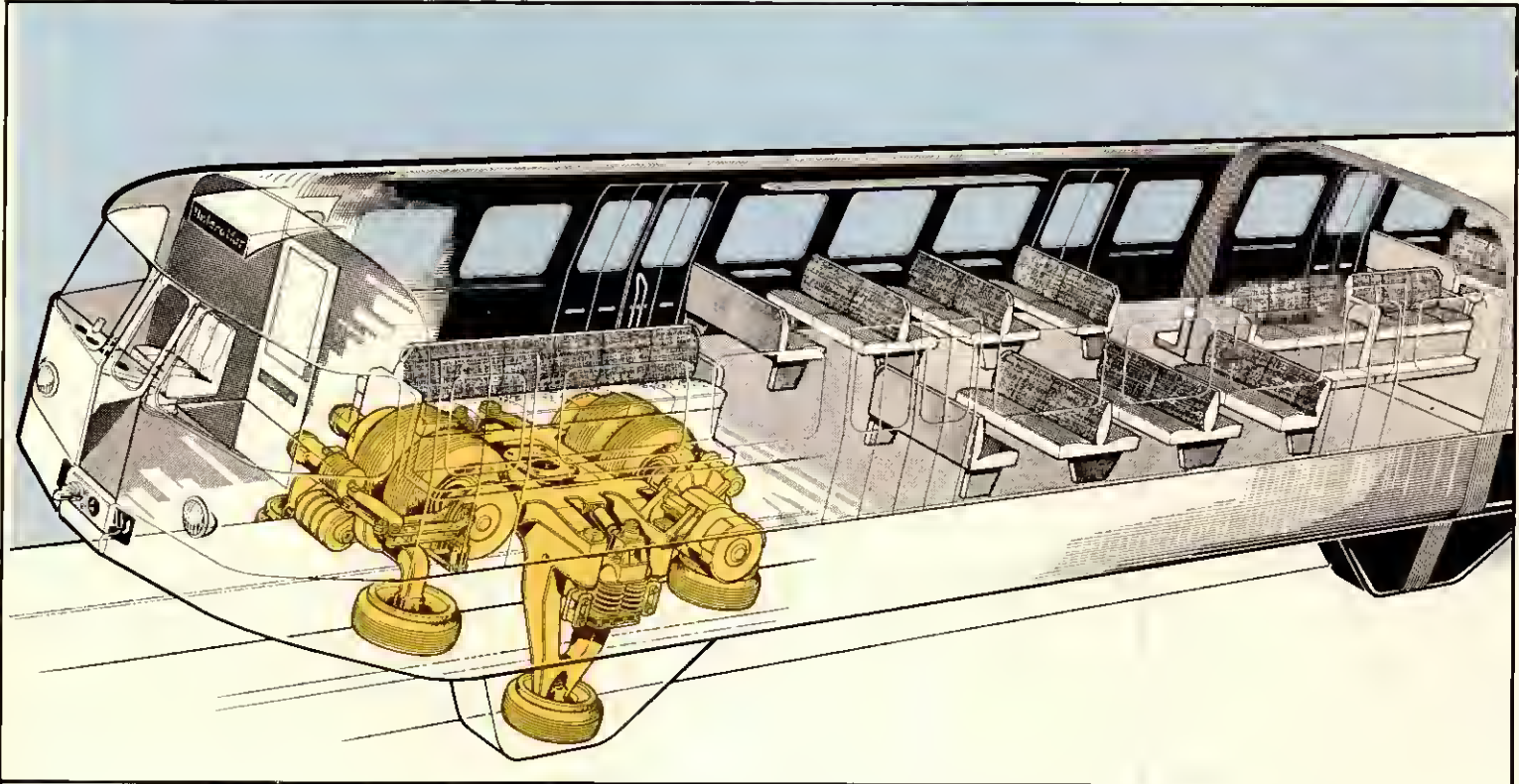
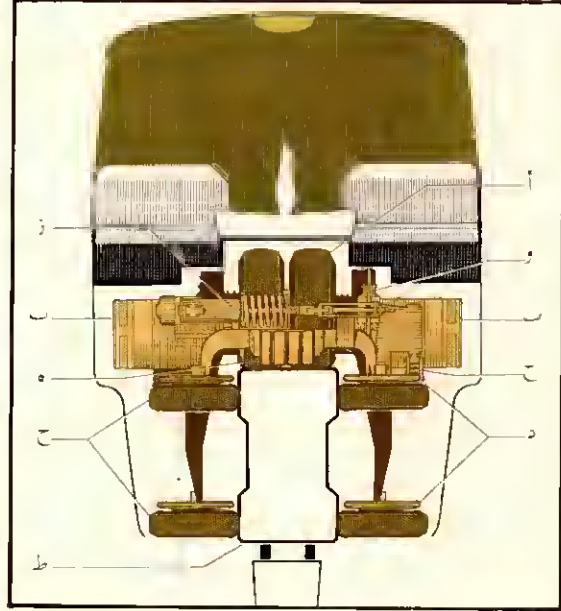
وبعد ذلك ، ظهرت القاطرات الكهربائية في
 البلدان الغنية بالكهرباء . وهي تتلقى التيار من خط هوائي
 ذي قوة عالية ثم يعتدل هذا التيار بواسطة محمول ليصل
 عبر المقاومات إلى المعدل الذي يحوله من تيار تعاقبي إلى
 تيار متواصل لتزويد المحركات المرتبطة بالعجلات المحركة .



ولا يمكن أن يتم الحديث عن وسائل النقل دون التطرق إلى الطرق التي تسير عليها هذه الوسائل. ففي العصور القديمة كان الرومانيون أكبر بناة الطرق، وكانوا يشيدونها بالدرجة الأولى لأغراض استراتيجية. وهذه الطرق عبارة عن مسالك تبنى بكتل الحجارة الضخمة المغطاة بطبقة من الحصى وطبقة من الرمل. وكان عرضها يتراوح ما بين ثلاثة أمتار ونصف وستة أمتار تقريبا. وفي المناطق الرطبة، كانت قارعة الطريق محدبة لتسهيل جريان الماء. وبدأ بناء الطرق الحديثة في عهد الثورة الصناعية



في الصورة : قطار أحادي الخط في كولونيا .
الرسم 1 : بنية قطار ذو خط أحادي :
أ . عجلات حاملة ومحركة ؛ ب . محركات الجر ؛ ج . عجلات التوجيه والاستقرار وتدور بحرية ؛ د . عجلات الأمان بإطارات مليئة ؛ هـ . ملائيف الأمان المطاطية ؛ و . مكبح أسطواناني خاص بالسرعات الدنيا (أقل من 6 كلم /س) وللحصر ؛ ز . أسطوانة المكبح الأسطواناني ؛ ح . نابض لولبي ؛ ط . عارضة الخط الأحادي ، وهي من الأسمنت المسلح .
الرسم 2 : رسم بياني لباطني قطار أحادي الخط .

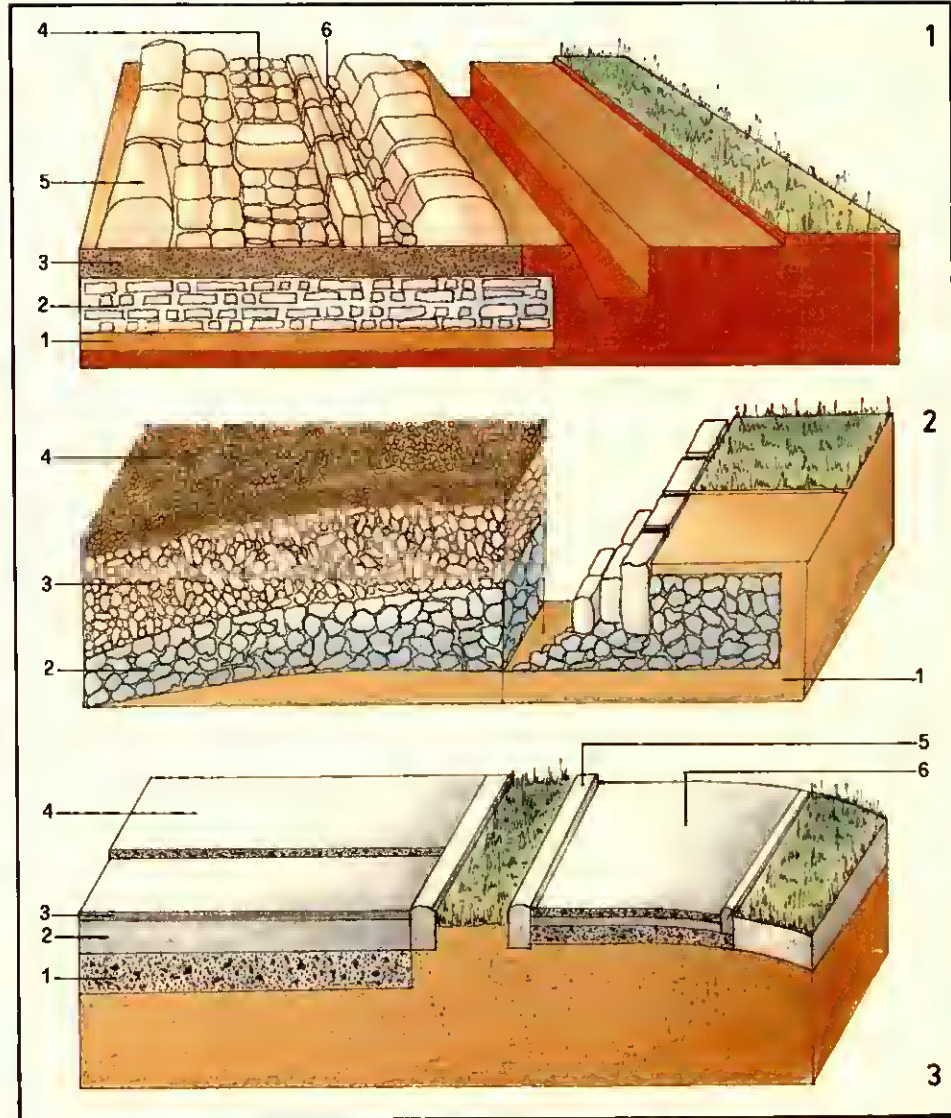


ما بين القرنين الثامن عشر والتاسع عشر. فالطريق العادية تشتمل على قاعدة من الحجارة الصغيرة أو صفائح من الاسمنت المسلح. ويغطي ذلك كله بردم من مواد مختلطة ويسوى بضغط لمنع الماء من التسرب. ويتكون سطح الطريق من حصى مغطى بالزفت أو الحمر للحم جميع العناصر وتعبيد الطريق نهائيا.

وبالنسبة للطرق الكبرى ذات حركة سير مكثفة تقام أسس من الاسمنت المسلح لتحمل ثقل الشاحنات الضخمة التي تستعمل الطريق. وبعد ذلك تستعمل أوراق كبيرة عقيدة لمنع تسرب الماء، وعلى السطح، يستعمل الاسمنت المسلح لكونه يمتاز بتوزيع الثقل بكيفية متكافئة ومتشاكلة لأن كتلته متائلة في جميع نقط قارعة الطريق. كما أن بالإمكان القيام بقياس دقيق لسمكه. وعندما يتصلب الاسمنت المسلح يغطي بالاسفلت.

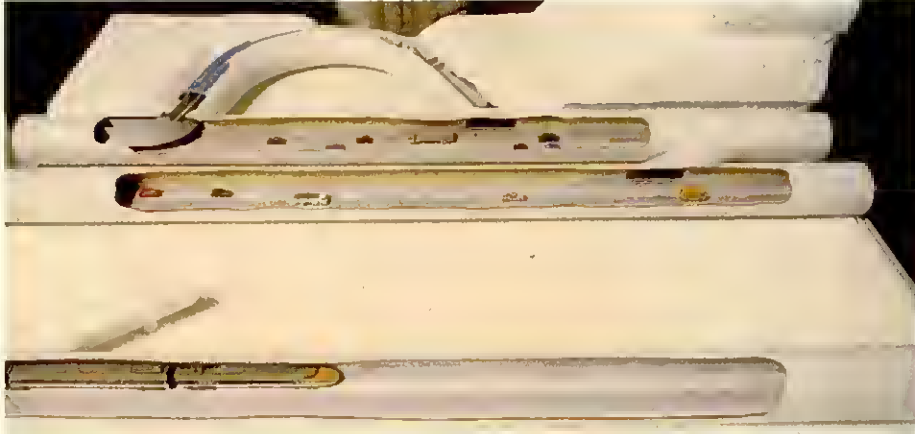
وفي الوقت الراهن تراعى بعناية متطلبات السير المكثف في صناعة الطرق الواسعة دون إغفال مشكلة السرعة، ولذلك تطور أسلوب انشاء الطرق لضمان رؤية

جانبه : الرسم 1 : كانت الطرق الرومانية تقام على أرضية من طين (1) مغطاة بطبقة من الحصى والتراب المدكوك (2) وفوقها تليس متين (3) و سطح مبلط (4) . وعلى الجانبين تنصب حجارة للدعم (5) وتند قنوات لصرف المياه (6) .
الرسم 2 : تليط يتمثل في أساس مسنم (1) وطبقة من الحجارة سمكها 10 سم (2) وطبقة حصى سمكها 10 سم (3) و سطح من الحجارة المفتتة .
الرسم 3 : تليط من الأسفلت مكون من أساس محب (1) وطبقة اسمنت سمكها 25 سم (2) وطبقتين من الأسفلت المكبوس (3 - 4) ودعامة من الأسمنت (5) وأساس من الاسمنت لدعم الأسفلت (6)
صورة 1 : بقايا طريق روماني بإيطاليا .
صورة 2 : ساحة بالتليط الروماني .



المتخصصة تحت اشراف مهندسين مختصين في هذا الميدان.

ولتجاوز حاجز يتمثل في نهر أو واد، تستعمل القناطر لمد الطريق. وبدأ بناء القناطر الطرقية في إيطاليا في عصر النهضة عندما درس علماء مثل برونيلشي Brunelleschi وليونارد دي فانسي L.de. Vinci،



جيدة وبفضل منعطفات ذات شعاع عريض وناقء للحد من مفعول القوة النابذة التي تؤثر على السيارة فور دخولها المنعطف بسرعة معينة.

ويتراوح عرض الطرق الكبرى الحالية ما بين 22 و30 مترا، وهي خالية من الملتقيات حيث عوضت هذه الأخيرة بمسالك تحاورية أو معلاة. كما أن مشكل الانارة كذلك قد تم حله، وذلك باستعمال أنظمة استضاءة تقلص من السدر وتضمن رؤية ملائمة وممكنة في حالة الامطار والضباب.

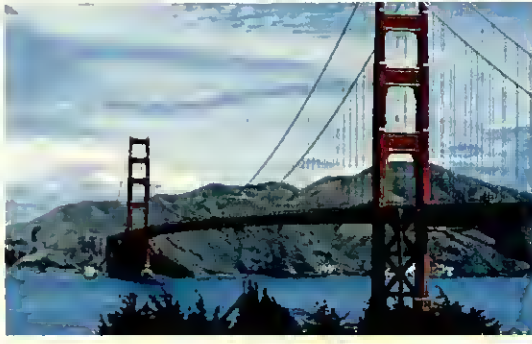
وتدرس مختلف المشاكل المتعلقة بالسير على الطرقات، ومنها الأمان والصحيح، في مختبرات البحث

الصورة 1. قطار أحادي الخط بطوكيو، وتظهر تحته الطرق العالية.

الصورة 2. محول الطرقات بباريس (بورت دي لاشايل) وهو نموذج آخر لتنظيم النقل البري.

الصور 3 و4 و5: مناظر لمشروع حفر قناة المانش، ونلاحظ الطابع العصري والمتطور للتجهيزات.





مبادئها وتقنياتها. ولم يستعمل الحديد في تتين القناطر إلا في أواخر نهاية القرن الثامن عشر. وهناك ثلاثة أنواع من القناطر: المعلقة والمعمدة والمقوسة.

فبالنسبة للقناطر المعلقة، تقدر بدقة درجة متانة ومقاومة المواد من خلال عدة تجارب أولية تخضعها لاختلاف القوى المؤثرة. ففي سنة 1820 مثلاً، عند إقامة أول جسر متعلق ظهر أن أحسن مادة هي الكيل المقلد. وبالفعل فما زالت الجسور المعلقة إلى يومنا هذا مدعمة

جسر غولدا غات بريدج بسان فرانسيسكو (الولايات المتحدة).



بكبال فولاذية نصبت على أعمدة من الفولاذ كذلك. أما النوع الثاني من القناطر فهي ذات الأعمدة المستقيمة من الفولاذ مع دعائم في أطرافها، وبعد ذلك تستعمل عوارض ناتئة متداخلة فيما بينها، وتكون كل عارضة مزودة بأطراف مثبتة بأحكام لضمان توازن الطرف الحر الذي يبقى فوق الفراغ متصلاً بعارضة مائلة تأتي من الضفة المقابلة. وهناك أدرع عوارض ناتئة يصل طولها إلى 176 متراً.

أما الجسور المقوسة فهي تصنع من الفولاذ والاسمنت المسلح وتقوم بعبور مسافات طويلة بشكل مباشر. وأطول جسر مقوس يعبر سفين سوند بين النرويج والسويد، ويبلغ طوله ستمين متراً. وعلى عكس الجسور المعلقة التي تكون كباها متوترة فالجسور المقوسة تتحمل الثقل بالانضغاط وتنقل الاهتزازات إلى القاعدة.

وبفضل تطور تقنية المتفجرات، فقد أصبح بالامكان شق طرق عبر الجبال بواسطة الأنفاق. وقد بدأ حفر هذا النوع من الممرات في سويسرا بعد سنة 1707 باستعمال متفجرات من البارود توضع في حفر وسط الصخور عمقها ستون متراً. وكانت طريق سان غوثار أول انجاز في هذا المضمار.

وفي سنة 1829 قام جورج ستيفانسون (G. Stephenson) بشق أول نفق لممر خط حديدي. وبعد سنة 1850 تكاثرت الأنفاق الحديدية في جبال الألب وأقدمها هو نفق مونت سينيس الذي يبلغ طوله أزيد من 13 كلم. وفي الوقت الراهن تستعمل تقنية متطورة لحفر

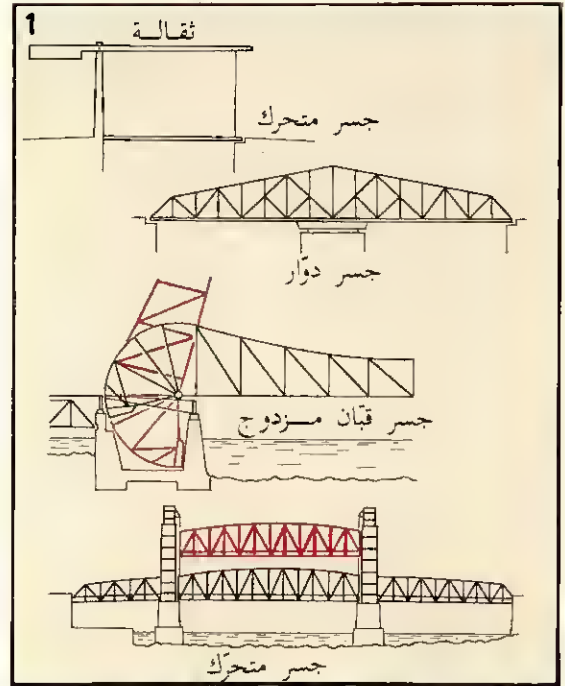
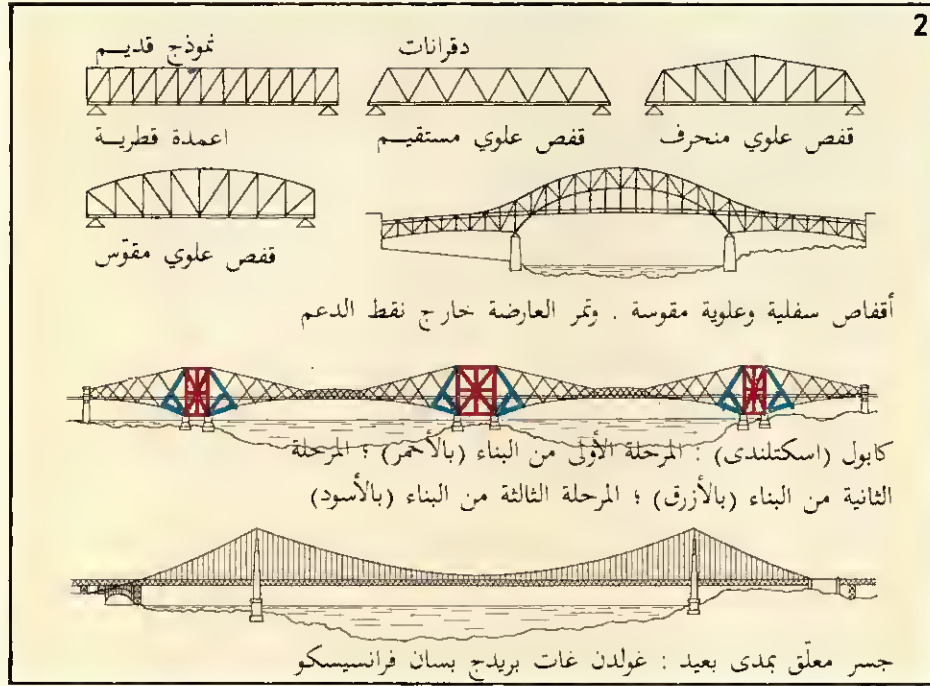


الصورة 1 : قنطرة قديمة على نهر تيسان بإيطاليا .
الصورة 2 : جسر تاور بريدج على نهر تايمز بلندن .
الصورة 3 : جسر فيرازانو بنيويورك وهو معروف باسم قنطرة بروكلين . ونلاحظ اختلاف الأشكال الهندسية في هذه القناطر كلها .

الاتفاق سبق اللجوء إليها لحفر نفق مون بلان سنة 1963
إذ بدأ الحفر من جهتين، أي من سفح إيطاليا ومن سفح
فرنسا حيث التقى فريقا العمال في نهاية المطاف عند
النقطة الوسطى.

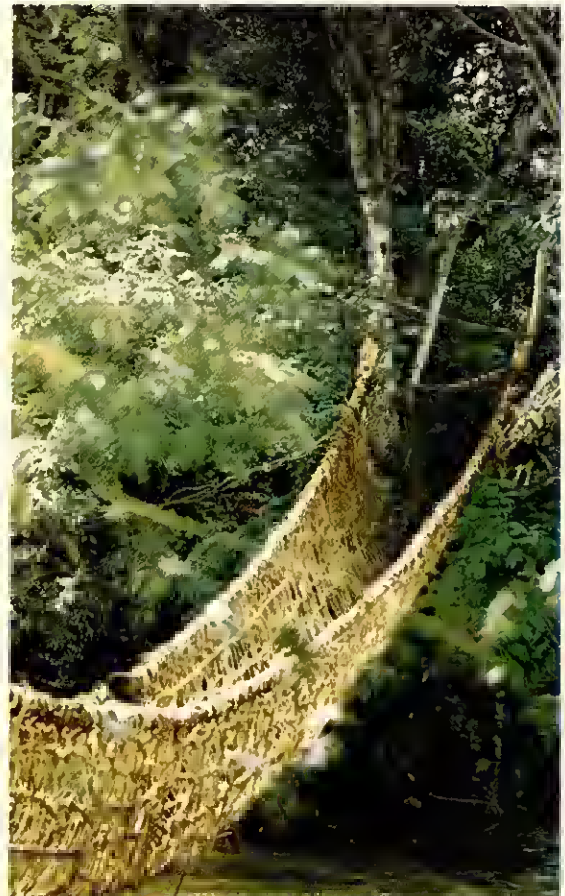
فبعد دراسة كل المعطيات، تأتي مرحلة المتفجرات
التي يعقبها عمل الحفارات الكهربائية التي تخترق الجبل

تختلف أساليب تشييد القناطر حسب الحاجيات
والاستعمالات فهناك قناطر معلقة وجسور مقوسة . في
الرسم 1 : رسم بياني لبعض القناطر الاحتياطية . في
الرسم 2 : مختلف أنواع القناطر مع مراحل البناء .
في الصورة : قنطرة بدائية من العوارش الموجودة في الغابات
الاستوائية . وفي المربع الرمادي : أطول الجسور في العالم .



أطول الجسور في العالم

الطول بالمتر	الاسم	البلد
38350	جسر بحيرة بونشارتران	الولايات المتحدة (لويزيانا)
31000	جسر البحيرة المالحة الكبرى	الولايات المتحدة (أوتا)
24000	جسر سان بترسبورغ	الولايات المتحدة (فلوريدا)
12000	جسر ترانسباي	الولايات المتحدة (كاليفورنيا)
19300	خليج شيزابيك	الولايات المتحدة (واشنطن)
8800	جسر مازاكايبو	فنزويلا
8060	جسر ماكيناك ستراتس	الولايات المتحدة (ميشيغان)
7500	جسر ميسيسيبي	الولايات المتحدة (لويزيانا)
6700	يانغ تسو	الصين (نانكين)
6191	جسر سان فرانسيسكو أوكالاند	الولايات المتحدة (كاليفورنيا)
5390	جسر غالفستون باي	الولايات المتحدة (تكساس)
5000	جسر ايسكوت اورياتال	هولندا
4800	فيرازانو	الولايات المتحدة (نيويورك)
3850	جسر سينافودا على الدانوب	رومانيا
3677	زامبيز	زامبيا
3600	نهر ايسر باي	الولايات المتحدة (كاليفورنيا)
3600	قنطرة لاغون	إيطاليا (البندقية)
3247	هوانغ هو	الصين (تسي نان)
3219	جسر أوهيو (كايرو)	الولايات المتحدة (إلينوي)
3214	جسر تاي (دوندي)	بريطانيا
3200	جسر ستورمستروم	الدانمارك



الطرق أوجه وزاد من حدة المخاطر التي تساهم فيها كذلك سرعة السيارات التي ما فتئت تتطور صناعتها في هذا الاتجاه. ذلك أن أعداد ضحايا حوادث السير على الطرق تتزايد يوما عن يوم في جميع أنحاء العالم. ومن أجل ذلك تكونت معاهد ومراكز للبحث العلمي المتخصص في هذا الميدان لبناء طرق مستقبلية ذات أكبر قدر من الضمان والأمان مع تمكين السائقين من كسب الوقت واقتصاد الوقود. وفي هذا الإطار يندرج إنجاز الطريق الإلكتروني التي تمكن من تكييف السرعة الفائقة للسيارات مع ظروف الأمن على الطريق. ففي الولايات المتحدة تم الشروع في تجريب نظام للطريق للسيارات الإلكترونية المعد للسيارات الأوتوماتيكية التي تسير بدون سائق والسيارات النصف الأوتوماتيكية التي يوجه فيها السائق بواسطة اشارات الإلكترونية. ويوجد كبل مدفون

تدريجيا. وتبعتها بعد ذلك خلاطات الاسمنت الضخمة التي تقوم باعداد الاسمنت المسلح لتغطية الجدران الباطنية للنفق بطبقات يزيد سمكها عن ستين سنتيمترا.

ويعد نفق مون بلان (Mont Blanc) أطول نفق طرقي، وهو يربط بين فرنسا وإيطاليا. وبفضل الاثني عشر كيلومتر التي يبلغها طوله، يقوم باختصار مسافة طولها حوالي 160 كلم. وبالنسبة لقمة الجبل، يقع النفق عند حوالي ثلاثة كيلومترات من العمق. وهو مزود بمناطق لوقوف السيارات على بعد كل 300 كلم حيث توجد قاعات للانتظار مكيفة الهواء وبها محطات للهاتف يستعمل في حالات الاستعجال أو الخطر وعند طرفي النفق تتكشف الاستضاءات الكهربائية تدريجيا لتكييف البصر مع الرؤية العادية بعد الخروج من النفق.

وتتوفر أغلب الانفاق الحديثة على بنية مزدوجة: فهناك جزء علوي يستعمل للسير وجزء أسفل يصلح للتنويه ومصالح الصيانة والكبال الكهربائية وغيرها. ففي الجزء الأسفل من النفق الطرقي لجبل سان بيرنار يمر كذلك أنبوب نفطي.

ومع التصاعد المستمر للسير على الطرق أصبح نظام السير بالغ التعقيد. فقد بلغ تكثف الازدحام على

الصورة 1 : يتطلب حفر أنفاق استعمال آلات ومعدات خاصة بالحفر المكثف .

الصورة 2 : مدخل نفق حديث .

الصورة 3 : جزء من نقش قديم : يبين مشروع بناء نفق تحت المانش .



المزودة بالميترو حيث يعتمد نظام تلفزيوني خاص بضبط وتنظيم سير القطارات وتوزيع السكك.

ومن بين الحلول الناجعة التي تمكن تبنيتها بحيث أصبحت متداولة لتفادي سلبات ازدحام السير على الطرقات نظام الطرق السيارة (أوطوروت). إذ يمكن تطبيقه كذلك داخل المدن بدل الاختصار على ضواحيها. ذلك أن الطريق السيارة لا تتخلله مفترقات ويمكن بناء طرق من عدة مستويات كما يمكن بناء العمارات على أعمدة فوق هذه الطرق.

وفيما يتعلق بالسكك الحديدية والقطارات فقد رأينا أنها بدأت تتحول تدريجيا في جميع البلدان الى نظام واسع للخدمات الاجتماعية. فرغم تكاثر وسائل نقل أخرى بأقل تكلفة فما زال القطار ذا فعالية في جميع البلدان لكونه ينقل ما يصعب نقله بواسطة الشاحنات والسيارات، وفي كبريات الحواضر تبقى الوسيلة الوحيدة لنقل العمال والموظفين من المراكز الى الضواحي بانتظام. وقد خففت أنظمة أخرى للنقل من اعباء القطارات والسيارات. ويتعلق الأمر بالنقل عبر الانابيب التحاورية وخاصة فيما يتعلق بالغازات والسوائل.



تحت القارة يرسل الاشارات اللازمة وتسير السيارات في «مدارات مكشوفة» مثيرة بذلك دفعات تتحول إلى إشارات ضوئية توجه لسائقي السيارات وإلى أوامر توجيهية لقيادة السيارات الاوتوماتيكية.

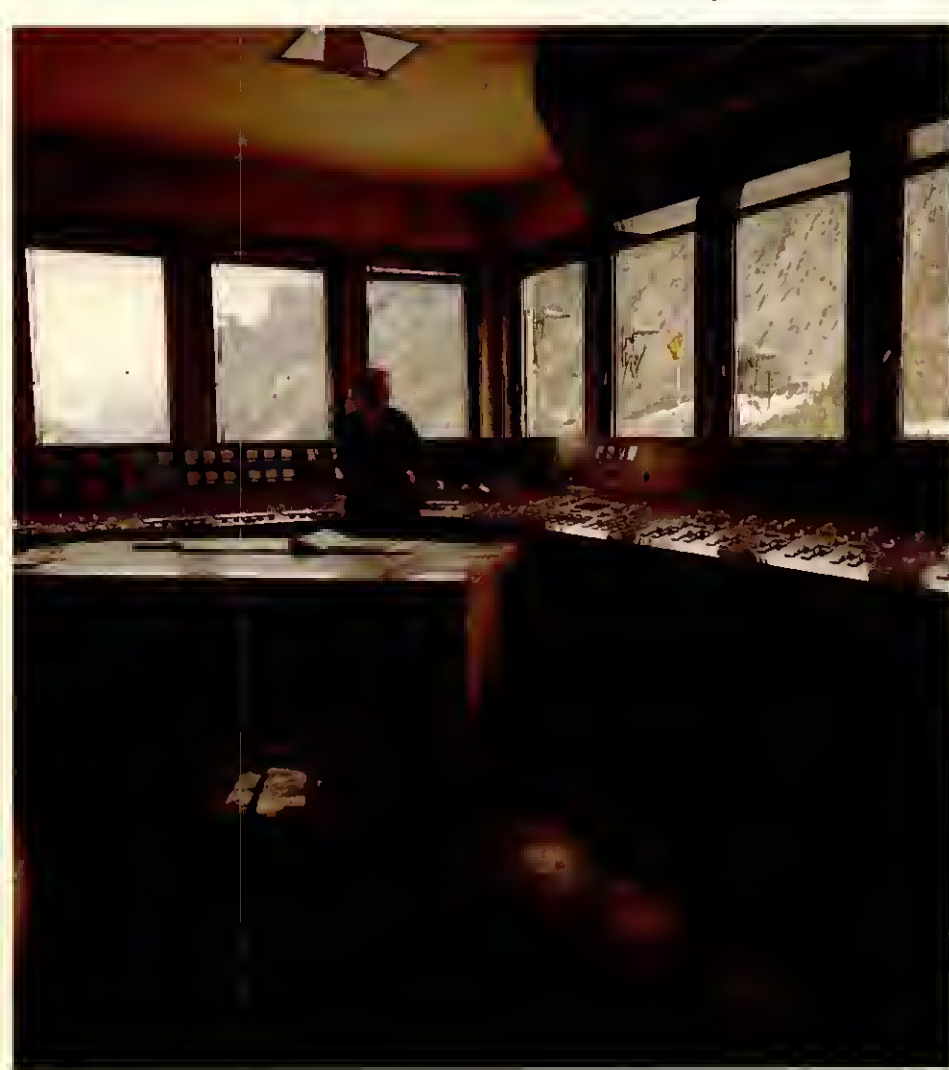
الآن أن مشكل ازدحام السير على الطرقات داخل المدن مازال يطرح مشاكل لم يتم بعد حلها بشكل فعال. وفي هذا المضمار، يبقى على المختصين في اعداد الحواضر أن يعيدوا النظر في تصميم المدن وخاصة مراكزها لتجاوز مشكل التكتف والازدحام. ذلك أن جميع المراكز تعرف ازدحاما لا مثيل له في بعض أوقات العمل، الى درجة أن السير يتوقف احيانا ساعات طوال قبل أن يتواصل.

وبما أن هدم المراكز الحضرية واعادة بنائها ليس سهلا، فهناك الحلول الجزئية التي تلجأ اليها المصالح الطرقية بتوزيع السير على الطرقات كمنع بعضها على نوع من السيارات كالشاحنات وتخصيص السير على اتجاه واحد في الطرق الضيقة وتوزيع مجالات سير الدراجات والراجلين وفصلها عن الطريق المعدة للسيارات وغير ذلك من الحلول الظرفية في انتظار حلول أكثر فعالية.

ومن الحلول المستقبلية إقامة المدن ذات عدة طوابق، حيث يمشي الراجلون في الممرات الهوائية والسيارات على الطرق الموجودة عند مستوى الأرض والقطارات تحت الأرض. وفيما يخص السير تحت الأرض، توجد حاليا تقنيات قيد التطبيق وخاصة في المدن

تعد الأنفاق وسيلة فعالة لاختصار المسافات وتجاوز الحواجز الطبيعية التي تتمثل في الجبال والبحار والأنهار. والأنفاق الحديثة مجهزة بأنظمة لمراقبة وضبط السير، كالاشارات الضوئية الخاصة بالسيارات والقطارات من أجل تعديل السرعة والاحبار بالحوادث ومستوى التهوية وغير ذلك من الضروريات.

أ. مدخل نفق مون بلان الذي يربط بين فرنسا وإيطاليا مخترقا أعلى جبل في العالم وبه محطة للمراقبة المستمرة.



النقل البحري والنهري

أن انتشار الحضارات وتبادلها قد تم قسما وافر منه عبر التاريخ بفضل وسائل النقل المائية.

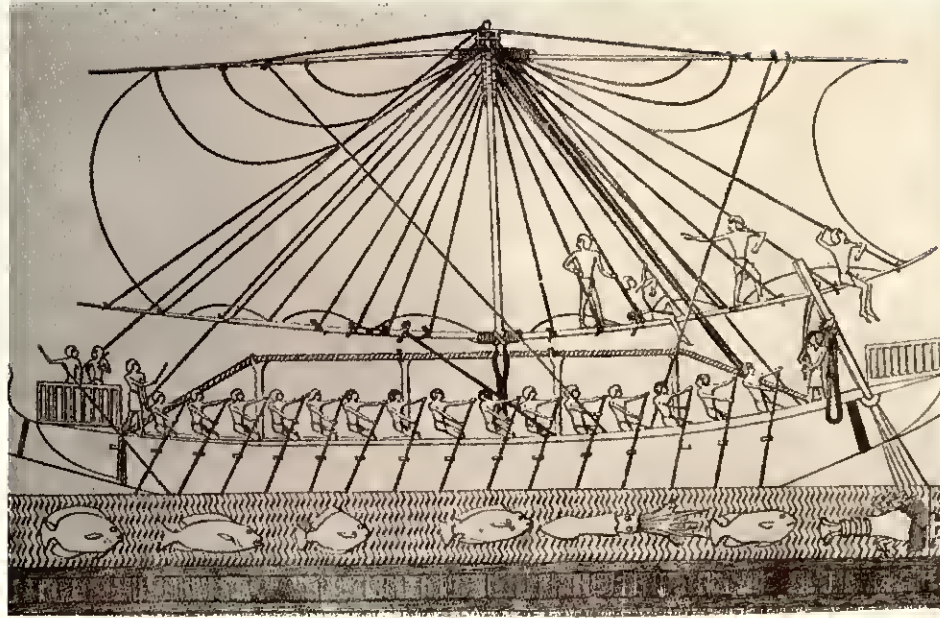
وتتميز البواخر والمراكب بخلو نظام سيرها من المشاكل التي يعرفها النقل البري عموما. فلم تعرف في نشأتها مشكل الاحتكاك الذي عرفته العجلة وسارت حقا طويلة من الزمن بطاقات طبيعية كالريخ والماء التي لا تكلف شيئا من الناحية الاقتصادية ماعدا الطاقة العضلية للانسان أثناء التجذيف، وذلك إلى أن بدأ هذا الأخير يفكر في حوض غمار البحار والمحيطات.

وفيما يخص الملاحة عبر المجاري المائية، فقد أنجز فيها تقدم هام إنطلاقا من القرن الماضي سواء من حيث الدفع أو صناعة البواخر. ذلك أن البواخر والمراكب أصبحت تصنع من الحديد ثم الفولاذ بدل الخشب قديما، الشيء الذي مكن من انشاء باواخر ومراكب ضخمة وقوية. وفي نفس الوقت، استعمل البخار ليحل محل الأشربة إذ تخلصت المراكب من خضوعها لتقلبات الرياح.

وهكذا يتجلى أن النقل البحري والنهري قد تحدد مصير تطوره بتوفر المواد التي تصنع منها السفن والبواخر. ذلك أن المصريين القدماء صنعوا سفنهم من القصب الموجود على مقربة من الماء وغيرهم من جذور الأشجار التي كانوا يفرغونها، كما أن الاسكيمو مازالوا يستعملون جلود الحيوانات التي يمدونها على اطار مصنوع من قطع الخشب الصغيرة الموجودة على ضفاف الانهار.

أما التاريخ المرتبط بسرعة ابحار السفن فهو كذلك من الاهمية بمكان. فالسفن الشراعية (القادسات) الأولى التي عرفها حوض البحر الأبيض المتوسط كانت تجري أساسا بقوة المجاديف، إذ لم تظهر الأشربة الحقيقية الدافعة بقوة الرياح إلا حوالي سنة ألف.

تستعمل المجاري المائية كذلك لنقل الحمولات الثقيلة عبر مسافات طويلة بواسطة المراكب والبواخر التي تعد من وسائل النقل الفعالة في هذا الميدان والقليلة التكاليف بالمقارنة مع الوسائل السابقة الذكر. ومن المعلوم



جانبه : رسم لأحد المراكب الأولى ، وهو من صنع مصري خلال العهد السابع عشر ، حيث كان العبيد يجذفون على إيقاع يفرضه قائد المركب بينما الملاحون يراقبون الطريق على شواطئ البحر الأحمر الذي كان المصريون يجوبونه بحثا عن الذهب وثروات أخرى لتزيين قصورهم .
أسفله : قانس روماني .



كانت الملاحة البحرية في القديم من أكبر المشاكل التي واجهت الانسان . وكان الفينيقيون والعرب والفيكنغ دور كبير في اختراع السفن وتطويرها في العصور القديمة . ومنذ ذلك العهد ما فتئت تقنيات الملاحة البحرية تتطور إلى أن آلت إلى ما هي عليه حاليا من تقدم .

الصورة 1 : مثال للشجاعة والبراعة : ويتعلق الأمر بكون تيكسي KON TIKI (متحف أصلو) وهو طوف مصنوع من البازا الخفيف ، استعمله ثور هيردال TH. HEYERDAHL سنة 1947 لقطع مسافة 8000 كلم عبر المحيط الهادي .

الصورة 2 : أسطول غيوم (القرن الثاني عشر) .

الصورة 3 : مختلف أدوات الملاحة .



البخار. ومالبثت محركات ديزل القليلة التكاليف أن غزت صناعة السفن في مرحلة لاحقة.

وفي الوقت الراهن تستعمل الطاقة النووية لتسيير الغواصات المتطورة وبعض البواخر المتخصصة كالسفن الحربية وغيرها.

والجدير بالذكر أن التحسين الطارىء على المواد والاكتشافات المتعلقة بالدفع سواء بالنسبة للبواخر أو الطائرات، يبقى مرهونا بالبحث العلمي المتخصص لتحقيق ملاحية بحرية وجوية ملائمة. وفي هذا الميدان كذلك انجز تقدم هائل في العقود الأخيرة. فخلال قرون مضت كان البحارة يحددون مواقعهم في البحار اعتمادا على الشمس والنجوم، ولم يكن من السهل دائما اتخاذ المسار المستقيم والمضمون. وبفضل تطوير تقنيات رسم الخرائط واختراع البوصلة أصبح من الممكن تحديد المواقع والتوجه الملائم أثناء الإبحار.

وقد طرح آنذاك مشكل آخر يتمثل في تحديد موقع السفن بالنسبة لسطح الأرض. إلا أنه في القرن الثامن عشر تم اختراع الكرونومتر (مقياس الوقت) الذي مكن من تقدير دقيق لخطوط الطول.

ومع اختراع الراديو، أصبح بالإمكان تحقيق إبحار سريع وأمن. إذ يلعب هذا الجهاز دورا فعالا على مختلف المستويات. فبفضله يعرف التوقيت بدقة أكثر من الكرونومتر مما يسهل تحديد الموقع. وهناك أيضا المنقل الإشعاعي المستعمل في بداية القرن، ويتكون من جهاز استقبال راديو متصل بهوائي ذي إطار يتم تدويره بحيث تتغير قوة الاشارات المرسله من المحطات الأرضية لتمكين تحديد موقع السفينة واتجاهها بدقة.

وفي الإبحار في عرض السواحل تستعمل كذلك المنارات الإشعاعية لتقديم مساعدة إضافية للسفن بواسطة أضواء ملونة (حمراء وخضراء وبيضاء) ترسلها نحو مختلف جهات البحر.

وفيما بعد، استعمل الرادار الذي يعد الآن أنجح وسيلة لتوجيه السفن وتحديد مواقعها. وهو يركز على مبدأ الموجات الإشعاعية القصيرة التي ترسلها الأجسام الصلبة والتي تنتقل دائما بنفس السرعة، بحيث يمكن من تحديد المسافة الفاصلة بين السفينة والأرض أو حواجز أخرى بدقة بالغة، وذلك بقياس الزمن المستغرق من قبل

وكان للثورة الصناعية الكبرى أبلغ الأثر في تطوير صناعة السفن وتحسين سرعتها ومتانتها إذ استعمل الحديد في تشييدها ثم الفولاذ فيما بعد بفضل الاستغلال المكثف للمناجم.

أما من ناحية الدفع فقد مكن اختراع الآلة البخارية من تجاوز الأشرعة وخاصة في المناطق الغنية بمناجم الفحم.

وفي القرن العشرين ظهرت تغييرات جديدة في ميدان الدفع لأن الآلات البخارية سوف تعوض بالتربينات والفحم بالمازوت لكونه أكثر اقتصادا في إنتاج



أعلى : برشلونة : الكارافيل التي قطع بها كولومبوس المحيط الأطلسي ما بين 1492 و 1505 .
جانبه مراكب القرن التاسع عشر في الولايات المتحدة ، وكانت تستعمل عادة في الملاحية النهرية لنقل البضائع وخاصة عبر نهر الميسيسيبي .

1 . المراكب النهرية :

1 : مركب بخاري يستعمل في

البحيرات الكندية ، وهو وسيلة النقل الرئيسية في بحيرات ومجار مياه اميركا الشمالية .

2 : صندل صهرنج بلجيكي على نهر

الرين . ويتم جرّه بساحبات .

3 : قارب فرنسي ذاتي السحب

بمحرك ، تبلغ حولته حوالي

1200 طنا ، وهو كثير

الاستعمال لطاقته الاستيعابية

هذه ولسرعته .

4 : باخرة صهرنج هولندية لنقل النفط

والخروقات .

5 : دافعة أميركية مربعة الواجهة تدفع

ما بين 2 و 60 صندلا مستطيلا

تربط فيما بينها بمآدات .

6 : ساحبة ألمانية تجر مراكب ضخمة

7 : ساحبة ميناء هولندية ، تستعمل

لاقلاس السفن الكبرى .

8 : مركب نهري أندونيسي لنقل

الركاب

9 : مركب شراعي على نهر التاميز .

وكان هذا النوع مستعملا لنقل

البضائع الى مسافات قصيرة

10 : باخرة سياحية ألمانية للتجول على

صفحة نهر الرين

11 : معذبة أميركية لنقل الركاب

والسيارات على البحيرات

الكبرى والأنهار .

12 : معذبة في ميناء نيويورك . تحمل

السيارات من الجهة الخلفية وتنزل

من الجهة الأمامية أو العكس .

13 : باخرة رحلات انجليزية للملاحة

الساحلية

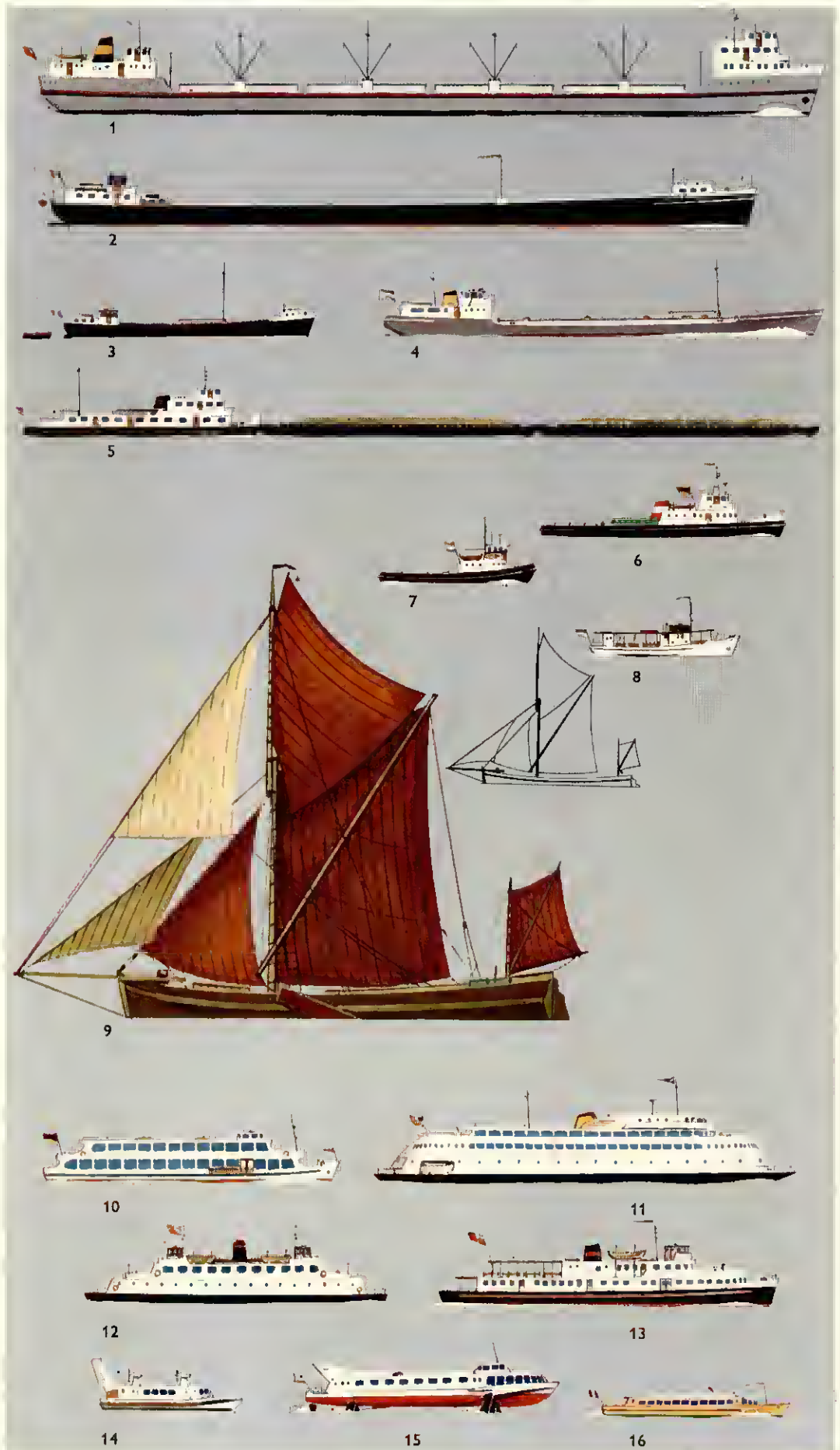
14 : باخرة على وسادة هوائية (انجليزية)

15 : زلافة مائية روسية تحوم بواسطة

بمراوح .

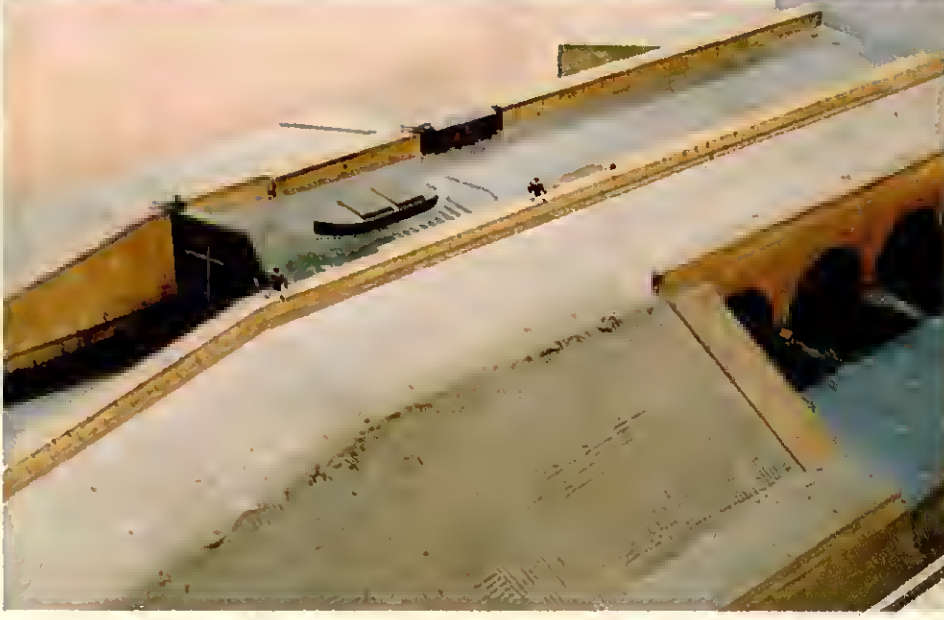
16 : قارب نزهة فرنسي للجولات

السياحية على نهر السين .





لشحن البضائع وإفراغها. وتوجد في الموانئ الكبرى تجهيزات جدّ متطورة تقوم بمختلف العمليات في ظرف زمني قصير مع ضمان سلامة البضائع. وقد عوضت هذه التقنيات الأساليب التقليدية التي مازالت قيد الاستعمال في الموانئ الصغرى والمتمثلة في الرافعات التي تنقل الحمولات قطعاً قطعاً ثم تودعها في مخازن على أكتاف العمال.

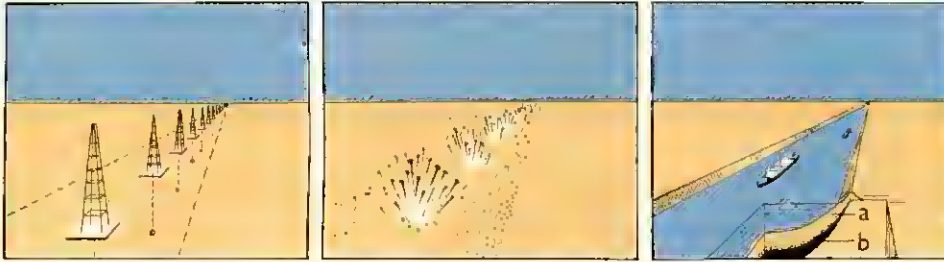


الموجة للوصول إلى تلك الحواجز. وهناك أجهزة الكترونية تقوم بعد ذلك بترجمة المسافات المقدرة على رسم تبياني لتظهر على شاشة شبيهة بشاشة تلفاز. وعلى غرار الطائرات، فقد أصبحت البواخر الحالية مزودة بمختلف التجهيزات الخاصة بتسجيل المسار والموقع بالنسبة لنقط مرجعية محددة حيث ترسم خطاً متواصلاً على خرائط معدة لهذا الغرض.

أما الغواصات التي تبحر في أعماق البحار فهي مجهزة بآلات مختلفة نظراً لما يمثله الماء من حاجز بالنسبة للموجات الإشعاعية. وهكذا تم اختراع جهاز يعرف بالموجة الجزري وهو يقوم بقياس السرعة والبطء والتوجه. وترسل القياسات إلى جهاز اعداد يرسم الموقع والجهة منذ اقلاع الغواصة.

وتبدأ رحلة البواخر من الميناء لتنتهي عنده. والميناء هو النقطة الرابطة بين البحر واليابسة. فمنه تُشحن البضائع وفيه تفرغ وهو في نفس الوقت «مرأب» الباخرة الذي تلجأ إليه أثناء حدوث الطوارئ كالزوابع والعواصف وهناك موانئ طبيعية تمثلها جويئات الشواطئ إلا أن الشواطئ المفتوحة تتطلب اعداداً خاصاً لجعلها موانئ صالحة لاستقبال السفن، حيث تبني بها سدود اصطناعية لمنع الأمواج من الارتطام بالميناء. وهناك مراكز متخصصة في البحث الهندسي والعلوم جغرافي لبناء الموانئ وتجهيزها مع مراعاة جميع الظروف المتعلقة بها كالطقس وحالة التربة وموقع الميناء وغير ذلك من المعطيات.

ولتفادي الاضرار التي قد تلحقها أمواج المحيطات بالميناء والسفن، تم اختراع رباعيات الأرجل، وهي كتل من الاسمنت بأربع أرجل تكسر قوة الأمواج وتمكن الماء الفاقد لقوته من التسرب بين الأرجل نحو الميناء. وتهتم الدراسات البحرية كذلك بالتجهيزات المعدة



جانبه : باخرتا «ليوناردو دي فانسى» .
و «ميسيلانجيلو» الاطاليتين وقد فككتا لنقل المسافرين .

أعلى : قناة للملاحة مجهزة بنظام أمهوسة .

أسفل : قناة السويس .

وسط : حفر قناة : وتتعدد تقنيات الحفر حسب عمق القناة وعرضها ونوعية التربة . وقد تم شق قناة السويس خلال عشر سنوات ، وهي مدة قياسية إذ اعتبرنا أنها أنجزت أساساً بسواعد العمال . أما قناة باناما فقد استفادت من التقنيات المتطورة حيث استعملت فيها المتفجرات النووية . فهناك انفجارات تحفر الحجر ، ثم طبقة من الاسقاطات (أ) تقوم بتغطية الطبقة الإشعاعية النشاط التي تتكون بعد الانفجار (ب) .

الممرور حول القارة كلها. وقد تم انجازه قرنا بعد قنال السويس. واستعملت في شق قناة سان لوران آليات ضخمة قامت بحفر خمسين مليون متر مكعب داخل القنال، كما بنيت سبع هويسات ضخمة بسبب فرق الارتفاع بين المحيط الأطلسي والبحيرة العليا ثم شيد سد لضبط مستوى الماء إضافة الى سدين آخرين لتزويد المحطات الكهربائية ثم قناطر معلقة وجسور معمدة دوار، وتم رفع الجسور السابقة الى 15 متر مما كانت عليه سابقا كما تم توسيع جسور أخرى لتمكين البواخر الكبرى من المرور تحتها. وقد تطلب ذلك ازاحة عمارات بأكملها ثم نقلها دون إتلافها لوضعها فوق أسس أخرى. ولم تتوقف الأعمال منذ بدايتها بفضل استعمال حفارات ضخمة ونقل المواد بواسطة بساتات دوار، كما كان العمل متواصلا اثناء الليل تحت الاضواء الكاشفة. وكانت الحجارة الضخمة التي تعجز الحفارات عن تحطيمها، تفككت بواسطة بخارات ذات لهيب تبلغ حرارته حوالي 2200 درجة.

ويظهر من كل هذه الأعمال الضخمة لبناء القننوات الكبرى ما للممرات البحرية والنقل المائي عموما من أهمية حيوية في الحياة الاقتصادية.

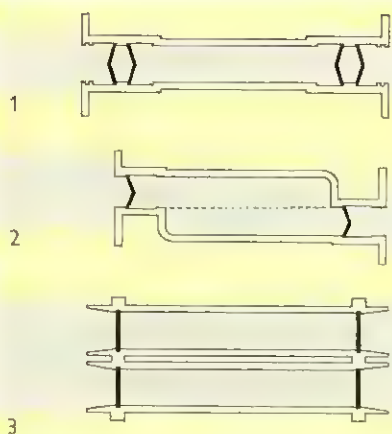
وفي الموانئ الكبرى ذات التجهيزات المتطورة تستعمل عربات رافعة تحمل البضائع على ألواح ذات مقاييس قارة ومحددة مسبقا إضافة الى اشربة ناقلية تجر البضائع مباشرة من المخزن الى البواخر. وكل هذه الوسائل تستجيب لمتطلبات العصر من السرعة والفعالية والجودة.

ومن أهم الانجازات البحرية، حفر القننوات الكبرى لاختصار المسافات التي تقطعها السفن في عرض المحيطات. وكان تنال السويس عند الانتهاء من حفره سنة 1869 بعد أكبر عمل في تاريخ الاشغال العمومية في العالم آنذاك. فقد استغرق العمل فيه عشر سنوات تحت إشراف المهندس الفرنسي فيرديناند دي ليسيبس (F.de LESSEPS) والذي كان يشرف على أزيد من 30 0003 عامل مصري ثم بعمال مختصين في مختلف تقنيات الحفر والبناء لجرف عشرات الملايين من الامتار المربعة من الرمال. وأطول قنال في العالم في الوقت الراهن ممر نهري وبحري في نفس الوقت وهو قنال سان لوران وطوله 3700 كلم حيث يربط وسط المحيط الأطلسي بأمريكا الشمالية. وقد مكن البواخر من العبور مباشرة نحو المراكز الصناعية في أمريكا الشمالية دون حاجة الى

1 هويس القناة

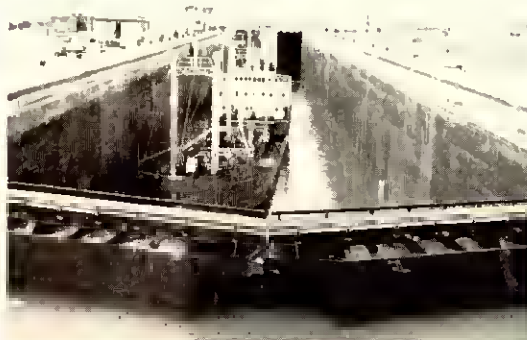
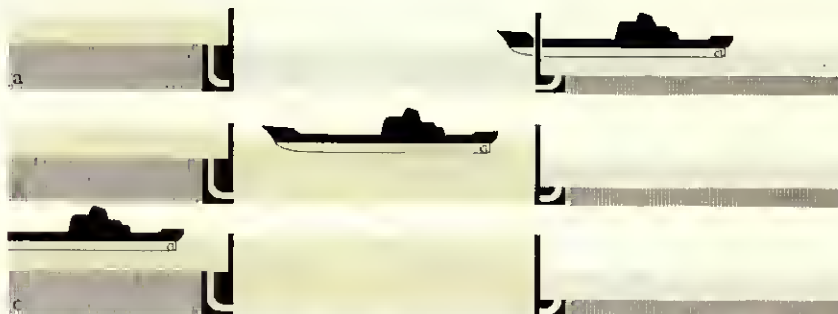
رسم بياني لعمل هويس قناة ذات منخل :

أ . عند فتح الباب القلاب البيني يكون مستوى ماء النخل على نفس الارتفاع مع مستوى ماء قطاع سدي السافلة ثم يدخل المركب من البابين المفتوحين . ب . عند اغلاق الباب والباب القلاب البيني . يفتح الباب القلاب اليساري فيرتفع مستوى ماء النخل الى غاية مستوى ماء عالية الهويس . ج . عند انفتاح الأبواب ، يمكن للسفينة أن تواصل مسيرتها .



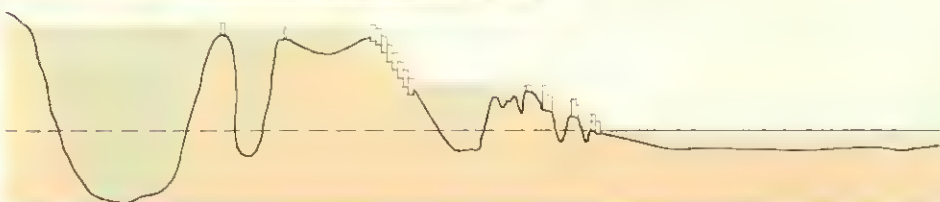
أنواع الأهوسة المنحلبة

- 1 عندما يكون مستوى الماء ناعافيا أعلى في سافلة وله طاقة هويس عالية هويس القناة . نستعمل أبواب مزدوجة
- 2 هويس قناة بشكل حربة . هويس مزدوج ترتفع أبوابه ونفاذي صناع الماء يتم ضخه من حوص الى آخر
- 3 هويس مزدوج ترتفع أبوابه ونفاذي صناع الماء يتم ضخه من حوص الى آخر



أحد أهواس بوهارنوا في سان لوران . وتمكن البواخر من العبور على مستوى مياه مختلف بأزيد من 12 متر .

مقطع عرضاني لأحد كبار مركبات الأهواس في العالم وهو الهويس البحري بسان لوران . فمن البحيرة الكبرى بالمحيط الأطلسي على مسافة 388 كلم ، تمكن الهوائس من عبور مستوى مياه يتغير بـ 183 مترا .



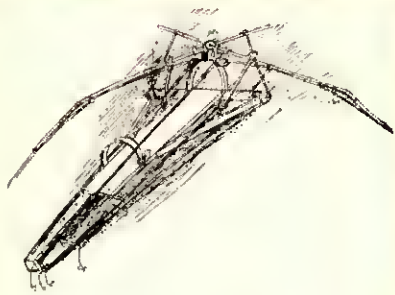
النقل الجوي

(Zeppelin) في الربع الثاني من القرن العشرين. ويستعمل المنطاد في جميع أنحاء العالم لحمل الاجهزة العلمية الى أعالي الأجواء للحصول على مختلف المعطيات المتعلقة بالطقس والتقلبات الجوية وغيرها. وفي العقود الأخيرة استطاع الانسان بالفعل تحقيق حلمه بتقليد الطيور في تحليقها حيث صنع طائرات تخلق في الاجواء العليا وبسرعة تفوق أحيانا سرعة الصوت. وقد بلغ تطور النقل الجوي درجة قصوى من

إن تاريخ النقل الجوي كانت منذ بدايته محفوها بالمغامرات والعجائب. فقد لقي عدد كبير من الأشخاص مصرعهم اثناء محاولتهم تقليد الطيور في تحليقها في الأجواء، ذلك لأن بنية الانسان الصدرية غير معدة للطيران كما هو الشأن بالنسبة للطيور التي تتوفر صدورها على عضلات قوية تمكنها من تحريك الأجنحة. إلا أنه بعد دراسة معمقة لشكل أجنحة الطيور، توصل الانسان الى محاكاتها بصنع طائرات تخلق في الهواء كما أفلح في الارتفاع عن سطح الأرض باستغلاله لطاقة التيسار الهوائي. وكانت أول خطوة في تقنيات الطيران. وفي سنة 1804 صنع سير كايلي (Sir Cayley) طائرة شراعية إعتادا على مبادئ مازالت في هذا المضمار هو محافظة الطائر على استقامة جناحية أثناء التحليق. وكان لابد بعد التأكد من هذا المبدأ من صنع محرك مكيف مع الطيران. وقد ارتأى كايلي استغلال احتراق الموائع لاثارة انتشار الهواء لأن الطاقة التي ينتجها محرك بخاري لا تحل مشكلة خفة وزن الطائرة. وانطلاقا من كل هذه المعطيات ظهرت على التوالي الطائرة الشراعية لكل من ليلينثال (Lilienthal) سنة 1896 والاخوان رايت (Wright). وكانت هذه الأخيرة تحمل محرك سيارة وزن 80 كلف وقد حققت طيران أول إنسان.

وبعد هذه المحاولات الأولية أصبح بالامكان تحقيق الطيران المتواصل وخاصة عند اختراع محرك قادر على رفع الطائرة والريان معا. وقبل الأبحاث المخصصة للطائرات الشراعية استطاع الانسان أن يطير بوسائل أخف من الهواء. ففي سنة 1783، قام بيلاتر دي روزي (Pilâtre de Rozier) وماركيز أرلاندز (Marquis d'Arlandes) بأول تحليق حر مع بعض الرجال على متن منطاد ذي هواء حار. والجدير بالذكر أن تقدما هاما قد حصل في مجال الوسائل الأخف من الهواء: فمن منطاد الهواء الحار الى منضاد الأوكسيجين الى المنطاد المسير الذي صنعه زيبلين

أعلى : أوتو ليلينثال Lilienthal وطائرته الأحادية السطح .
جانبه : سبق لليوتاردو دي فانسي أن فكر في نظام أجنحة يعتمد في الطيران على ذراعي الانسان ، انطلاقا من معاينته لتحليق الطيور .



إشارات إشعاعية لتوجيه الطائرة مما يجعل الريان يعرف طريقه بدقة دون حاجة الى رؤيتها، وبفضل نفس النظام يتم ضبط الخطوط الجوية لتوزيع الطيران فيها تفاديا للاضطرابات المحتملة بين الطائرات في الظروف الطقسية الرديئة. ويستعمل الرادار في الطائرات لتحديد الموقع

التقدم، إذ أصبحت الطائرات كبيرة الحجم وفائقة السرعة وتستعمل لمختلف الأغراض المدنية منها والعسكرية. كما أن المطارات قد جهزت بأحدث الآليات والتقنيات لضبط النقل الجوي الذي أصبح يتكشف تدريجيا.

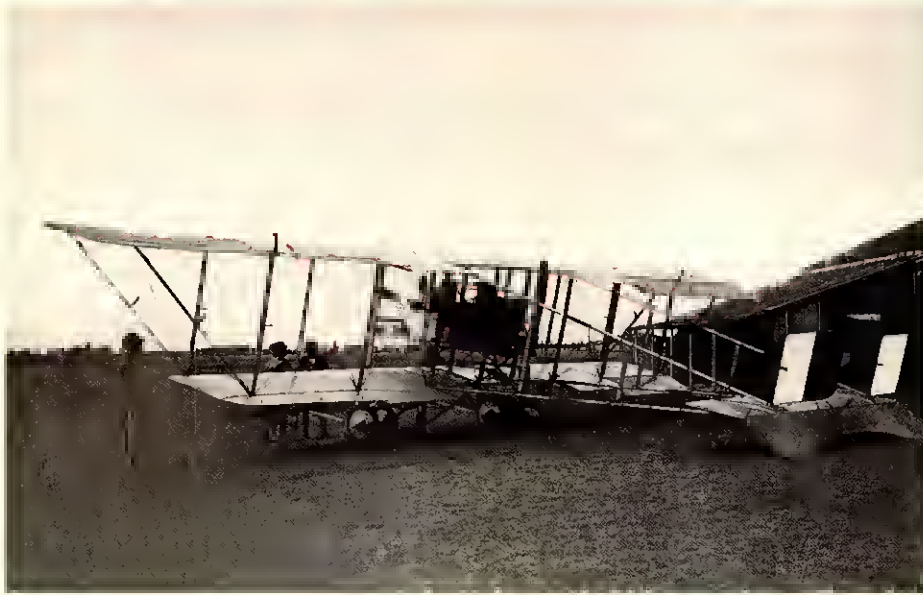
وقديما كانت مدرجات هبوط الطائرات عبارة عن اشربة عشبية بسيطة إلا أنها لم تعد تتحمل ثقل الطائرات الضخمة التي كانت تغوص في التربة عند سقوط المطر. نظرا لوزنها الذي يصل أحيانا مائة طن وسرعتها التي تتجاوز 200 كلم/س. أما المدرجات الحالية فتبنى وتعد بالأسمنت المسلح لاستقبال الطائرات مع اختلاف أحجامها وسرعتها وكيفما كانت أحوال الجو.

وثناء التحليق، كثيرا ما لا يرى الريان الأرض من تحته طوال آلاف الكيلومترات، إذ يتم الطيران من منارة اشعاعية الى أخرى. وتثبت هذه المنارات الاشعاعية

- الصورة 1 : أول منطاد كهربائي مرواحي من وضع غاستون والبير تيساندر G et A TISSANDER سنة 1883 .
الصورة رقم 2 : منطاد الهواء الحار بالأشعة ، من تصميم الأخوين مونغو لفيي MONGOLFIER سنة 1785 .
الصورة 3 : المنطاد المسير الشهير ، زيبلان .
الصورة 4 : المنطاد المسير نوج .



ومع ازدياد كثافة النقل الجوي تطورت المطارات
كذلك وازدحمت بالطائرات المقلعة والمهابطة في كل وقت،
مما يخلق مشكلة كبرى أمام مصالح تنظيم وتنسيق السير
على المدرجات. وتبلغ مقاييس المدرجات الكبرى أحيانا



والاستدلال على وجود طائرات أخرى في نفس المجال
الجوي وعلى السحب الكثيفة.

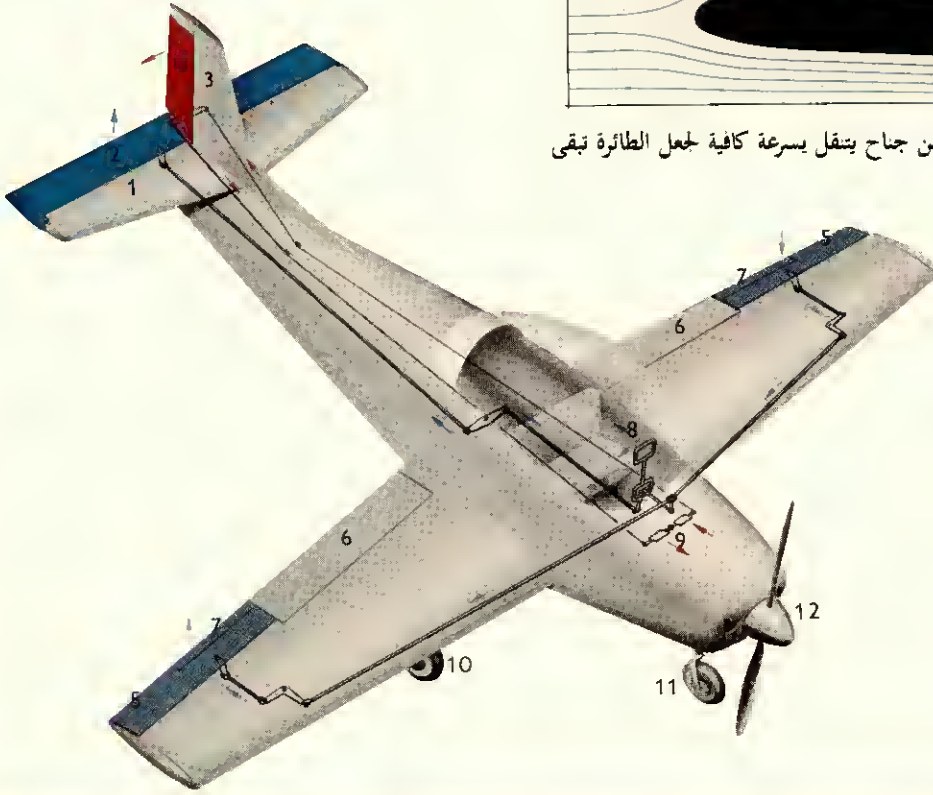
الصورة 1 : صورة تاريخية : أوفيل رايت O.WRIGHT الذي
طار لمدة 12 ثانية فوق أرضية كيتي هاوك بدايتون
(الولايات المتحدة)

الصورة 2 : فارمان مستعد للاقلاع
الصورة 3 : تصميم الطائرة « أنطوانيت » وهي أحادية
سطح من اختراع لوفاسور LEVASSEUR (1909) وقد
أنجز هوبير لاثان H. LATHAN الرقم القياسي الفرنسي
للطيران الآلي بهذه الطائرة التي طارت سنة 1910 لأول
مرة على علو 1000 متر
أسفله : رسوم بعض الطائرات الأولى .

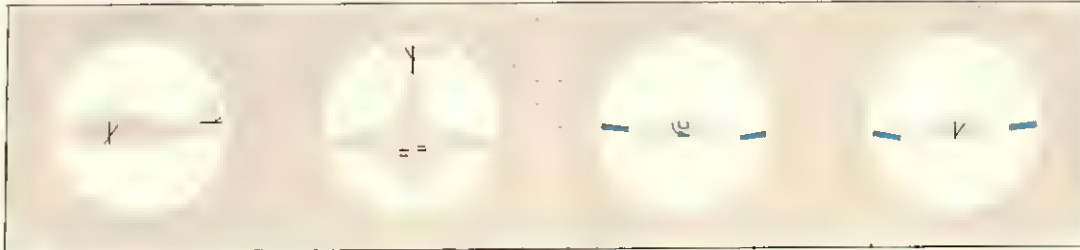




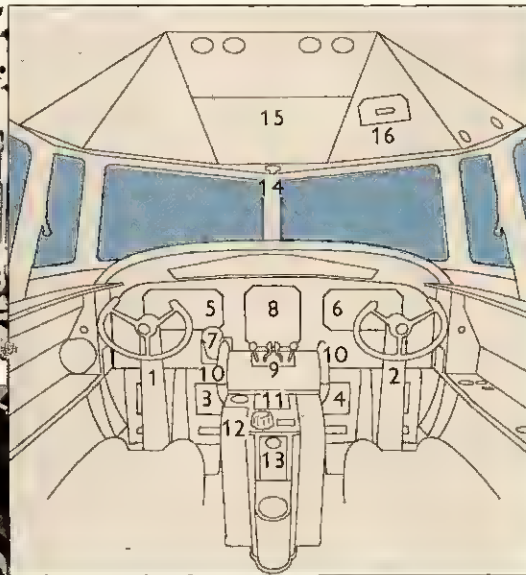
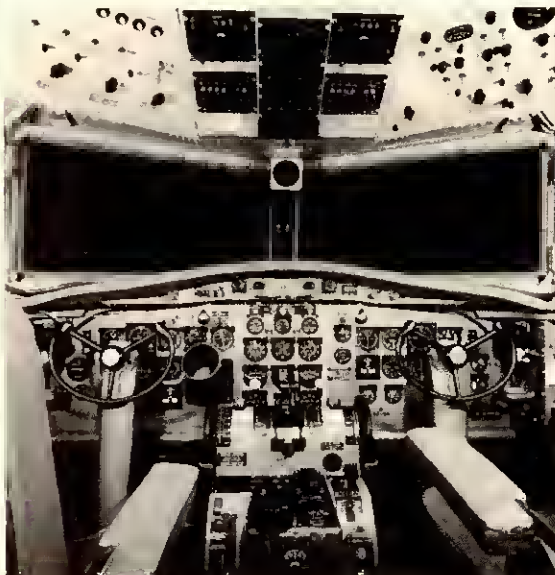
إن انخفاض الضغط في الدورة الهوائية عند الجزء الأعلى من جناح يتقل بسرعة كافية لجعل الطائرة تبقى معلقة في الهواء .



- 2 : طائرة مياحية مختلف اجزائها
- 1 : مخبى
- 2 : سكران العمق
- 3 : ريش
- 4 : سكران الاتجاه
- 5 : جناح
- 6 : جناح
- 7 : مصراع
- 8 : مقبض
- 9 : موجة السكران
- 10 : عجلات الهبوط
- 11 : عجلة الأنف
- 12 : مروحة



أ. يحرك سكران العمق فيحول عصا القيادة نحو الأمام أو الخلف. ب. تشغيل سكران الاتجاه بواسطة الموجة. ج. تحويل الجنيحات بتدوير المقود، أو عصا القيادة إلى اليسار أو اليمين (د).



غرفة قيادة طائرة «فوكر» ف - 27 :

- 1 : عمود السكران خاص بالريان
- 2 : عمود السكران خاص بمساعد الريان
- 3 : موجة السكران خاص بالريان
- 4 : موجة السكران خاص بمساعد الريان
- 5 : موجة السكران خاص بمساعد الريان
- 6 : أدوات الملاحة - خاصة بمساعد الريان
- 7 : رادار الطقس المضطرب
- 8 : عداد دورات المحرك ، ومسار الوقود
- 9 : مقابض غاز المحركات
- 10 : مقبض ضبط صحن المثبت
- 11 : لوحة مراقبة الطيار التلقائي
- 12 : مقود مصراعي الجنيحين
- 13 : الطيار التلقائي
- 14 : بركار الطريق العادي
- 15 : لوحة قيادة الرادار
- 16 : مسار خزان الوقود



ثلاثة كيلومترات طولاً وستين متراً عرضاً لتسهيل استقبال الطائرات التي قد لا يبصر ربابها جنبات المدرج إلا في آخر لحظة. ويقوم برج المراقبة بتوزيع أسبقيات المرور على هذه المدرجات نظراً لتعذر وقوف الطائرات لفسح المجال لطائرات أخرى، إذ يكون على الطائرات أن تحلق حول المطار في انتظار دورها في النزول، وذلك على علو يفوق 300 متراً بالنسبة للطائرة السابقة. وهكذا تنزل الطائرات الواحدة تلو الأخرى بأمر من برج المراقبة الذي يوزع الأدوار، وعند وصول دور الطائرة تهبط في المدرج موجهة بواسطة مراقبة بالرادار.

ويكون على كل طائرة تقترب من المطار أن تعلن عن هويتها وموقعها في المجال الجوي، أما الطائرات التي تستعد للإقلاع فتعلن كذلك عن مواقعها ونقط اتجاهها أثناء الذهاب.

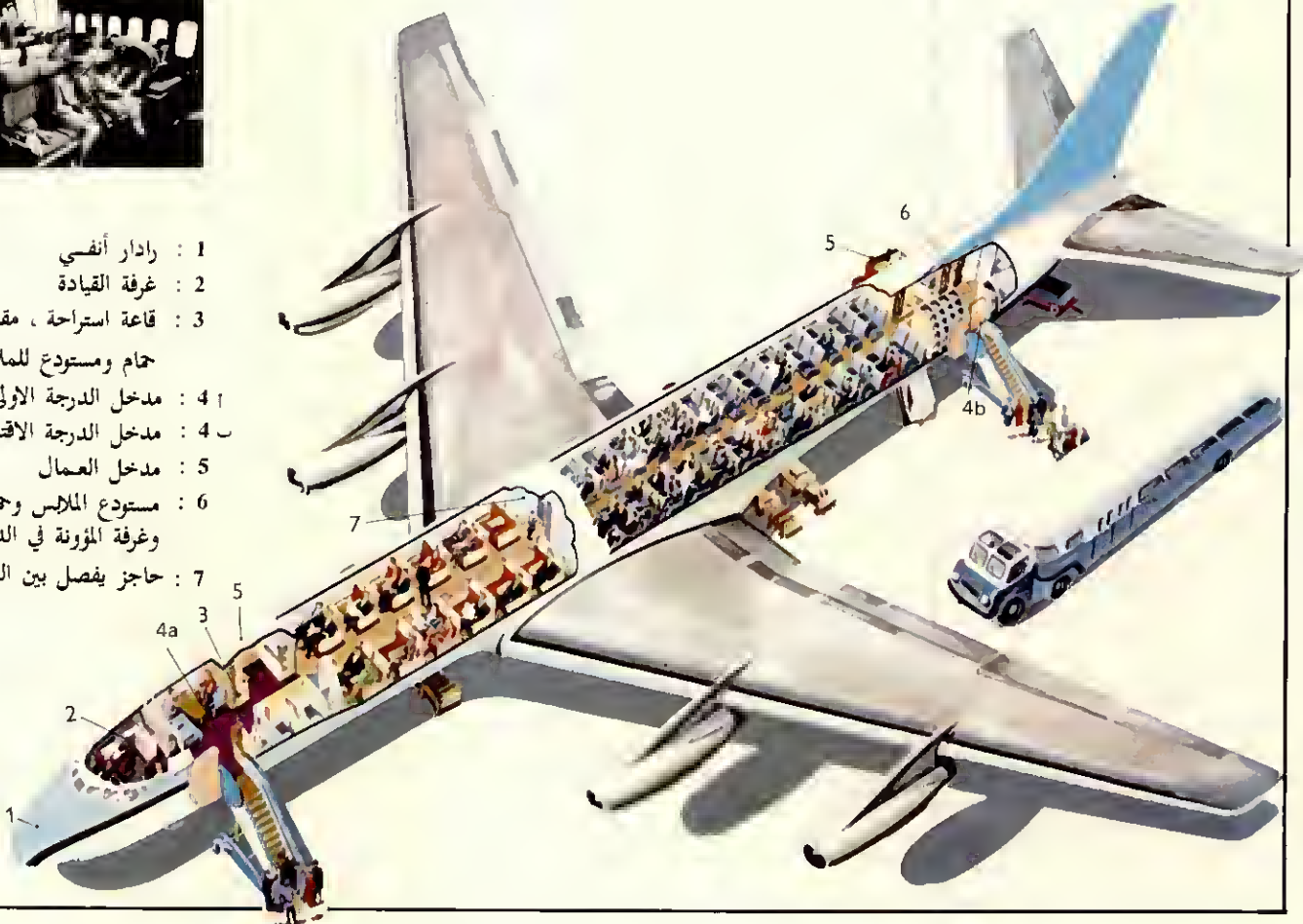
وللاستجابة لمتطلبات النقل الجوي الذي ما فتىء يتطور ويتعقد، تبنى مطارات كبيرة وذات تجهيزات ملائمة. ويتطلب ذلك تنسيقاً محكماً بين مختلف المصالح

أعلاه : مطار شارل ديغول بباريس .

في الرسم : إعداد طائرة حديثة (دوغلاس د . س) .
وفي المربع منظر من الداخل لطائرة بوينغ 747 جومبو .
أسفله : طائرة كونكورد ، من صنع فرنسي بريطاني مشترك .



- 1 : رادار أنفي
- 2 : غرفة القيادة
- 3 : قاعة استراحة ، مقصف ومطبخ ، حمام ومستودع للملابس في الدرجة الأولى
- 4 أ : مدخل الدرجة الأولى
- 4 ب : مدخل الدرجة الاقتصادية
- 5 : مدخل العمال
- 6 : مستودع الملابس وحمام ومطبخ وغرفة المؤونة في الدرجة الاقتصادية
- 7 : حاجز يفصل بين الدرجتين



الارضية منها والجوية لضمان نقل جوي منتظم وفعال وآمن.

وخلال ستين سنة، عرف ميدان الطيران نهضة كبرى ومازالت الاختراعات تلو الأخرى تبرز كل يوم لتحقيق المزيد من التطور في هذا المجال. وفي الوقت الراهن، تعكف الدراسات على تحسين وتدقيق أنظمة تخليق الطائرات التي تفوق سرعتها سرعة الصوت وذلك بهدف الوصول الى انتشار استعمالها بأقل التكاليف.

ولكي تكون الطائرة الفؤصوتية ذات استعمال اقتصادي، يجب أن تنقل على الأقل مائة مسافر وتقوم برحلات لا تقل مسافتها عن 5000 كلم. ولكونها تخلق

الصورتان أسفله لأهم اختراعات النقل الجوي المعاصر: طائرة بوينغ 747 جومبو وهي من انتاج الشركة الجوية بمدغشقر، ثم طائرة الكونكورد وهي من صنع فرنسي بريطاني مشترك.



الاصطدام العنيف بكتل الهواء الموجه نحو الأسفل، إذ يمكن تخصيص محركات إضافية مخصصة لهذه العمليات الصعبة.

ويظهر من كل هذه المعطيات أن النقل الجوي الذي أصبح اليوم يحتل مركز الصدارة ضمن وسائل النقل السريعة والفعالة، مازال يحتاج الى المزيد من البحث التكنولوجي لجعله يستجيب أكثر لحاجيات العصر المتطورة والتي مافتتت تتعقد يوما عن يوم.



على علو 20000 مترا، فهي تتطلب بنية غاية في الصلابة لتحمل الضغط الجوي الداخلي والارتطام بالهواء الذي يضاعف الحرارة التي يثيرها احتكاك الاجنحة والبدن. ومن ناحية السرعة المرغوب فيها، فالمفروض أن تتجاوز سرعة الطائرة الفوسوتية ضعف سرعة الصوت وهكذا فطائرة الكونكورد الفرنسية البريطانية تخلق بسرعة 2300 كلم/س والطائرة السوفياتية توبوليف.ت.و. بسرعة 2500 كلم/س. وتعكف بعض الشركات الاميركية على صنع طائرات تصل سرعتها 3200 كلم/س.

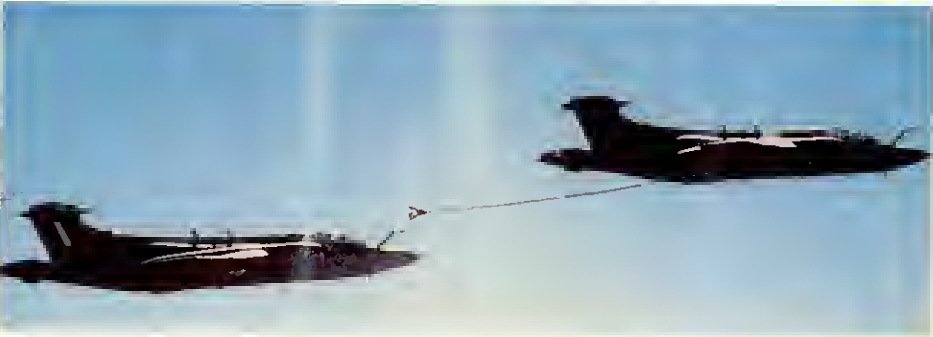
ومن الواضح أن المواد التي تصنع منها الطائرات التي تحقق مثل هذه السرعة الفائقة، يجب أن تكون أكثر متانة من مجرد صفائح الالمنيوم المتداولة في هذا الميدان من قبل. وقد اتجهت صناعة الطائرات حاليا نحو استعمال الفولاذ الغير المتأكسد ذي أعلى نقطة ذوبان.

وهناك مشكل معاكس يتمثل في امكانية التخفيض من سرعة الطائرة عند الحاجة. وتجري الدراسات المستقبلية لتطوير طيران ذي اقلاع وهبوط عموديين لا تنضّر منهما الطائرة ويكون للربان قدرة أكثر على التحكم فيها اثناء هاتين العمليتين. وعند تحقيق هذا المشروع سوف يمكن الهبوط والاقلاع العموديان من حل مشكلة المساحات الأرضية الشاسعة التي أصبحت تحتلها المدرجات الكبرى التي تستقبل الطائرات الضخمة، إذ لا تحتاج الطائرة آنذاك إلا مساحة محدودة على غرار الطائرات المروحية حاليا، ولا بد أن يكون محرك الطائرة التي سوف تهبط او تطلع عموديا، من القوة بمكان لتحمل

الصورتان 1 و 2 : طائرات حربية نفثة .

الصورة 3 : طائرة فرنسية نفثة من نوع ميراج مستعدة للاقلاع .

الصورة 4 : طائرة أمريكية نفثة بإمكانها الاقلاع والهبوط عموديا . ويتعلق الأمر بنموذج تجريبي . وقد أنتج البريطانيون كذلك طائرة « سي هاري » الحربية ذات إقلاع عمودي التي استعملت في معركة فالكلاندس مالفيناس .



الطائرة المروحية (الحوامة)

تعد الطائرة المروحية أو «الحوامة» من وسائل النقل الفعالة في العصر الحالي ، وقد سبق لليونارد دي فانسى Léonard de Vinci أن تخيلها في القرن الخامس عشر ، وهي آلة طيران ذات سطح دوار يعتمد توازنها ودرسها على مروحة هوائية دوارة على مستوى أفقي . وعلى عكس الطائرة العادية ، تتمكن الحوامة من البقاء ساكنة في الهواء ، كما تختلف عن الطائرة العمودية المتوفرة على مروحة تحركها الريح التي يُنقل بها الطائرة أفقياً حيث لا تستعمل لدرسها . ويعمل دوار الحوامة بواسطة محرك حيث تدور شفراته في زاوية سقوط متغيرة حسب قوة الارتفاع التي يضبطها الريان من غرفة القيادة . وتتوفر الحوامة كذلك على مروحة في الذيل تتعارض مع دوران البدن على نفسه . إلا أن هذه المروحة الذيلية ليست ضرورية حين يكون للجهاز دواران أساسيان يعملان في اتجاهين

معاكسين . وتقدر السرعة القصوى للحوامة بحوالي 250 كلم س . إلا أن هناك نماذج بلغت رقماً قياسياً يعادل 350,40 كلم / س ، ومنها النموذج الفرنسي سوبيرفيلون (1963) . وتستعمل الطائرة المروحية بالخصوص في المدن لنقل الركاب والبضائع إلى مسافات قريبة ولأغراض أمنية وفي الانقاذ وكذلك للتنقل في الأماكن الوعرة كالجبال والغابات . وهناك بعض الأنواع الضخمة المستعملة بالخصوص في الميدان العسكري لنقل الجنود والمعدات .

أسفله : بعض نماذج الطائرات المروحية ، من أولها إلى أحدثها .
الصورة أسفله : طائرة مروحية حديثة للآغاثة في الجبال .



أ . من خلال تنوع زاوية سقوط شفرات الدوار (المروحة) يمكن جعل قوة الصعود : 1 . إما منعدمة في حالة الوقوف على الأرض ، أو 2 . أكبر من وزن الطائرة عند الصعود ، أو 3 . أصغر من وزنها عند الهبوط .
ب . يتم تعويض حركة الدوران التي تميل إلى إدارة الطائرة في الاتجاه المعاكس لاتجاه المروحة ، باستعمال المروحة الذيلية (بالخط المتقطع يظهر تغير الاتجاه الذي يمكن القيام به بمضاعفة جرّ المروحة الذيلية) . ج . يجب أن تكون حاصلة القوى التي يسلطها الدوار على الطائرة محللة إلى مركبة عمودية تحدد قوة الصعود ومركبة أفقية تحدد حركة واتجاه الدرس . ويكون التنقل مرهوناً بالزاوية التي تشكلها العمامة ومحور بدن الطائرة .

